UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados

Letícia Costa de Rezende

CAMPO GRANDE, MS
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados

The glycerin semi-purified in diet of feedlot lambs

Letícia Costa de Rezende

Orientadora: Profa. Dra. Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.
Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS
2014

A Deus por me conceder o dom da vida e força nessa caminhada.

Aos meus pais Valdevino Nabhan de Rezende e Laudelina Alves Costa pelo amor, apoio e motivação em todos os momentos, sempre torcendo pelas minhas conquistas.

Aos meus avós Sérgio Alves de Rezende e Ludovina Maria Alves de Rezende pelo exemplo de vida e incentivo.

Aos meus irmãos Sérgio Alves de Rezende Neto e Rodrigo Costa de Rezende pela força e incentivo.

Aos meus professores pelos ensinamentos passados nessa trajetória.

Com carinho, dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença permanente em minha vida, uma companhia simplesmente essencial para enfrentar as batalhas e realizar mais este sonho;

Aos meus pais Valdevino Nabhan de Rezende e Laudelina Alves Costa, pelo incentivo, conselhos, pela força, educação, amizade e por acreditar no meu potencial, sempre fazendo o possível e o impossível para que nada me faltasse. Amo vocês!

Aos meus irmãos Rodrigo Costa de Rezende e Sérgio Alves de Rezende Neto e cunhadas Pamela Carvalho e Dayane Rezende, pela torcida e apoio sempre que preciso;

Aos meus avós Sérgio Alves de Rezende e Ludovina Maria Alves de Rezende, por ter me ensinado muito e apoiado em todos os momentos difíceis desta caminhada.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de realização deste curso;

À FUNDECT, pela concessão de bolsa de estudos.

À EMBRAPA Gado de Corte, pela infraestrutura laboratorial.

Ao Dr. Gelson Luís Dias Feijó e à Dra. Marina de Nadai Bonin, pelo auxílio na realização deste trabalho.

À professora e orientadora Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo, pelo incentivo e carinho para com todos os seus orientados, exemplo de dedicação profissional, meus sinceros agradecimentos pela orientação, motivação e confiança depositada;

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela amizade e pelos conhecimentos adquiridos em suas disciplinas;

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Marilete Otano e Leticia Carvalho, por estarem sempre dispostas a nos ajudar;

Aos membros da banca, Prof. Dra. Maria da Graça Morais e Prof. Dr. Fernando Vargas Miranda Junior, pelo tempo disponibilizado para ajudar na construção desse sonho;

As amigas: Natalia Heimbach, Catherine Walker e Gleice Ayardes, dedicadas e companheiras, que não mediram esforços e sempre fizeram questão de me ajudar. Vocês foram muito importantes para a conclusão deste sonho!

Aos amigos do Setor de Ovinocultura, Pamila Carolini Silva, Jonilson Silva, Marlova Mioto, Claudia Muniz, Kedma Monteiro e Patrícia Rosa, sempre presentes durante esta trajetória;

Aos amigos Nivaldo Azevedo, Ronaldo Pagliosa, Ibrahim Neto, Giancarlo de Moura, Erick Gamarra, Caroline Bertholini e João Artêmio Beltrame, sempre dispostos a ajudar no que fosse preciso;

Aos estagiários: Murilo Sabino, Osvaldo Shiotsuki, Thiago Xavier, José Carlos da Silva Yasmim Ávila, Karine Nathiele, Silvia Rech, Larissa Portela, Brenda Bohrer, Bruna Passos, Naomi Gimenes, João Álvaro, Jéssica Lira, Danyelle Mattos, Caroline Canollas, Christian Gomes, Gabriel Ragalzi. Muito obrigado pela colaboração galera!

Sr. Antônio Peres e Adriana Garabini do laboratório de Nutrição Animal, pela grande amizade e confiança que foram construídas, pelo auxílio, apoio e dedicação nas análises;

A todos os meus familiares pela torcida, pelo apoio e incentivo durante toda essa trajetória;

Enfim, agradeço a todos que, de uma maneira ou de outra, colaboraram para a realização deste sonho!

A todos, muito obrigada!

RESUMO

REZENDE, L. C. Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados. 2014. 63f. (Dissertação - Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS, 2014.

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de glicerina semi-purificada na ração total, sobre comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo, características de carcaça, qualidade da carne, análise econômica pontual e de sensibilidade de borregos confinados. Foram utilizados 20 borregos, inteiros, cruzados, contemporâneos, com oito meses de idade e peso médio inicial de 22,18 ± 5,5 kg. Os tratamentos compreenderam dietas contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada na ração total: controle (sem glicerina); 120 g, 240 g e 360 g de glicerina/kg MS da dieta total. As dietas foram isoprotéicas, na proporção volumoso:concentrado de 40:60 com base na MS. O volumoso utilizado foi o feno de capim Tifton triturado. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco animais por tratamento. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, para as variáveis de comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo, características de carcaça e qualidade da carne, exceto para perda de peso ao resfriamento e digestibilidade do extrato etéreo, com maiores perdas de peso ao resfriamento no tratamento com 240 g de glicerina/kg MS da dieta total e menor digestibilidade do extrato etéreo no tratamento com 360 g de glicerina/kg MS da dieta total. Consumo de matéria seca foi de 1337,86 g/dia, ganho médio diário de 240 g/dia rendimento de carcaça fria igual a 0,46, espessura de gordura subcutânea de 1,22 mm e força de cisalhamento de 2,22 kgf/cm^2. Conclui-se que a inclusão de até 360 g de glicerina semi-purificada/kg MS na dieta total de borregos, não alterou o comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo, características de carcaça e qualidade de carne. Sendo economicamente viável a inclusão de até 240 g de glicerina/kg de MS na dieta conforme demonstrado na análise econômica pontual.

Palavras-chave: característica de carcaça, co-produto, glicerol, ovino, qualidade da carne

Abstract

REZENDE, L. C. The glycerin semi-purified in diet of feedlot lambs. 2014. 63f. (Dissertação Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS,2014.

This study aimed to evaluate the effect of different levels of inclusion of semi-purified glycerin in the total ration on feeding behavior, nutrient digestibility, growth performance, carcass characteristics, meat quality, timely economic analysis and sensitivity feedlot lambs. Were used 20 lambs, whole, crusaders, contemporary, with eight months of age and initial weight of 22.18 ± 5.5 kg were used. The treatments consisted of diets containing increasing levels of inclusion of semi-purified glycerin in the total ration:control (no glycerin); 120 g, 240 g and 360 g glycerol/kg DM in the diet. The diets had, in forage:concentrate ratio of 40:60 on a DM basis. The roughage used was crushed Tifton hay. The experimental design was completely randomized, with five animals of treatment. There was no significant difference between treatments for the variables of feeding behavior, nutrient digestibility, growth performance, carcass characteristics and meat quality, except for weight loss to cooling and ether extract digestibility, with greater weight losses to cooling treatment with 240 g of glycerin/kg DM in the diet, and digestibility of ether extract in the treatment with 360 g of glycerin/kg DM in the diet. Dry matter intake was 1337.86 g/day, average daily gain of 240 g/day cold carcass yield equal to 0.46, fat thickness of 1.22 mm and shear force of 2,22 kgf/cm^2. It is concluded that the inclusion of up to 360 g of glycerin semi-purificada/kg MS in diet of lambs did not alter feeding behavior, nutrient digestibility, growth performance, carcass characteristics and meat quality. Being economically viable to include up to 240 g of glycerin/kg DM in the diet as shown in timely economic analysis .

Keywords: carcass characteristics, co-product, glycerol, meat quality, sheep

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação esquemática da reação de transesterificação..... 11
Figura 2 – Processo de purificação da glicerina bruta..... 14
Figura 3 – Glicerina pura, semi-purificada e bruta..... 15

LISTA DE TABELAS

GLICERINA SEMI-PURIFICADA NA DIETA DE BORREGOS CONFINADOS: COMPORTAMENTO INGESTIVO, DIGESTIBILIDADE, DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO

Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição química das dietas 30

Tabela 2 - Valores médios e erro padrão da média do tempo gasto por atividade comportamental de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada..... 34

Tabela 3 - Valores médios e erro padrão da média das eficiências de alimentação e ruminação, e das mastigações merícicas de borregos confinados em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada..... 35

Tabela 4 - Valores médios e erro padrão da média dos consumos dos nutrientes da dieta de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi purificada..... 36

Tabela 5 - Valores médios e erro padrão da média dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes em borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada..... 39

Tabela 6 - Valores médios e erro padrão da média das variáveis de desempenho de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada..... 40

Tabela 7 - Análise econômica das dietas experimentais em relação ao ganho de carcaça de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada..... 41

Tabela 8 - Resultados da análise de sensibilidade para as dietas dos borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada..... 42

CARACTERISTÍCAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DE CARNE DE BORREGOS CONFINADOS RECEBENDO GLICERINA SEMI-PURIFICADA NA DIETA

Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição química das dietas..... 49

Tabela 2 - Valores médios e erro padrão da média das variáveis de rendimento de carcaça e proporção de músculo, gordura e osso de borregos confinados, em função

dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada..... 53
Tabela 3 - Valores médios e erro padrão da média das medidas internas de carcaça de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada..... 55
Tabela 4 - Valores médios e erro padrão da média das características qualitativas da carne de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada..... 57
Tabela 5 - Valores médios e erro padrão da média do rendimento dos cortes comerciais de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada..... 58
Tabela 6 - Valores médios e erro padrão da média das variáveis do painel sensorial das carnes dos borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada..... 59

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 10
1. Glicerina 11
2. Limitações da glicerina na alimentação animal 12
3. Processo de purificação e classificação da glicerina 13
4. Metabolismo do glicerol em ruminantes 15
5. Glicerina em dietas para ruminantes 17
5.1. *In vitro* 17
5.2. *In vivo* 18
5.2.1. Glicerina Bruta 18
5.2.2. Glicerina Semi-purificada 19
REFERÊNCIAS 22
Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados: comportamento ingestivo, digestibilidade, desempenho produtivo e econômico 26
INTRODUÇÃO 28
MATERIAL E MÉTODOS 29
RESULTADOS E DISCUSSÃO 33
CONCLUSÕES 43
REFERÊNCIAS 44
Características de carcaça e qualidade de carne de borregos confinados recebendo glicerina semi-purificada na dieta 46
INTRODUÇÃO 48
MATERIAL E MÉTODOS 48
RESULTADOS E DISCUSSÃO 52
CONCLUSÕES 60
REFERÊNCIAS 61

INTRODUÇÃO

O milho é um dos alimentos mais utilizados em confinamento, devido ao alto valor energético. Porém, o elevado custo pode inviabilizar sua utilização na alimentação de ruminantes. Com isso, buscam-se alimentos alternativos que possam ser utilizados em substituição ao milho, de forma que atendam às exigências nutricionais dos animais.

As pesquisas com alimentos alternativos aos usuais farelos de soja e milho têm revelado ótimos ingredientes para rações animal. Resíduos e coprodutos agroindustriais tem-se destacado por apresentar custos industriais mais baixos e melhoria na produtividade dos animais de produção (Gonçalves et al., 2006).

Com isso estudos vêm sendo feitos sobre a utilização de glicerina na alimentação animal, o que foi impulsionado pela possibilidade de redução do custo com a alimentação e pela perspectiva de grande oferta do produto no mercado mundial. O mercado não tem utilizado todo o excedente de glicerina, o que tem gerado preocupações ambientais, consequentemente estimulando a realização de pesquisas para o aproveitamento seguro do coproduto (Silva et al., 2010).

Por ter características energéticas e sabor adocicado, a glicerina torna-se uma alternativa promissora para a alimentação animal, podendo substituir os ingredientes energéticos da ração, principalmente o milho (Gonçalves et al., 2006). Portanto o estudo do potencial de uso de glicerina proveniente da indústria de biodiesel como ingrediente energético na alimentação de animais é de relevante interesse científico, econômico e ambiental (Gomes, 2009).

1. Glicerina

O Glicerol é um líquido viscoso, inodoro, higroscópico e de sabor doce. Trata-se de um açúcar glicerol álcool cujos sinônimos incluem: glicerina, propano1,2,3-triol, 1,2,3-propanetriol, 1,2,3-trihidroxipropano, gliceritol, glicil e álcool (Rivaldi et al., 2008).

É uma fonte de energia semelhante aos carboidratos (François, 1994). Possui em sua fórmula estrutural carbono, hidrogênio e oxigênio e está presente nos organismos vegetais e animais, associado a três ácidos graxos de cadeia longa sob a forma de triacilglicerol, sendo desta maneira armazenado nos animais (gorduras) e vegetais (óleos e azeites) (Pond et al., 2005).

A glicerina é obtida por reação de transesterificação, que consiste na separação da glicerina do óleo vegetal, essa reação ocorre na presença de um catalisador (hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio) e de um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol) durante a produção do biodiesel (Figura 1) (Expedito, 2003), sendo que a glicerina é o principal coproduto gerado na produção de biodiesel (Dasari et al., 2005), visto que para cada 90 m^3 de biodiesel são gerados 10 m^3 de glicerina bruta. Este é um combustível produzido a partir de óleos vegetais, entre eles soja, dendê, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-manso (ANP, 2012).

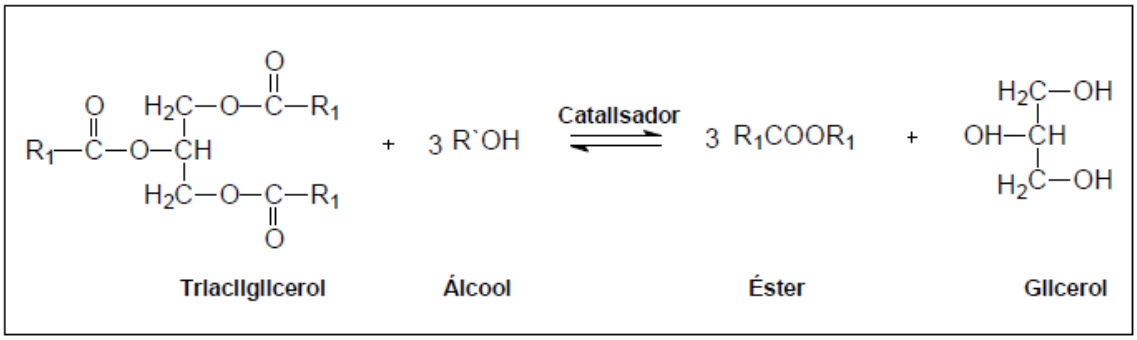

Figura 1 – Representação esquemática da reação de transesterificação (Morin et al., 2007).

Desde 1º de janeiro de 2010, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil contém 5% de biodiesel. Esta regra foi estabelecida pela Resolução nº 6/2009 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 26 de outubro de 2009, que aumentou de 4% para os atuais 5% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel. A contínua elevação do percentual de adição de biodiesel ao diesel demonstra o sucesso do Programa Nacional

de Produção e Uso do Biodiesel e da experiência acumulada pelo Brasil na produção e no uso em larga escala de biocombustíveis (ANP, 2012).

Por conseguinte a produção de glicerina bruta está excedendo a demanda de glicerina bidestilada utilizada pelas indústrias de cosméticos, higiene pessoal, fármacos e alimentos. Deste modo, faz-se necessário desenvolver novas formas de uso da glicerina bruta a fim de agregar renda e minimizar o passivo ambiental da cadeia produtiva do biodiesel (Oliveira et al., 2011), tornando-se uma opção na alimentação animal, pelo seu menor custo, disponibilidade no mercado e alto valor energético.

Em razão deste expressivo aumento da oferta de glicerina e do potencial de uso como macro ingrediente na dieta de animais, o Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (MAPA) autorizou o uso da glicerina semi-purificada do biodiesel em outubro de 2010, sendo que a glicerina bruta para ser utilizada na alimentação animal como ingrediente de rações, deve conter no máximo 150 ppm de metanol, 130 g/kg de umidade e, no mínimo, 800 g de glicerol/kg (MAPA, 2010).

2. Limitações da glicerina na alimentação animal

Segundo Tyson et al. (2004) o sal e as impurezas nos óleos reciclados e os reagentes usados na transesterificação são os principais problemas da glicerina de biodiesel, pois podem limitar o consumo. Doppenberg & Van der Aar (2007) observaram que o uso de hidróxido de sódio para catalisar a hidrólise, pode se combinar com ácido clorídrico, aumentando o conteúdo de cloreto de sódio na glicerina, podendo ultrapassar 6% e, assim, restringir a quantia de glicerina que poderia ser incluída na dieta. Estas informações, foram confirmadas por Gunn et al. (2010), ao avaliarem níveis crescente de glicerina na dieta de ovinos (0, 150, 300 e 450 g de glicerina/kg de MS da dieta), estes autores observaram um decréscimo no consumo de matéria seca e atribuíram este fato aos elevados teores de sal (Na – 5,38%) contidos na glicerina bruta utilizada. Gomes et al. (2011), ao avaliarem níveis de glicerina bruta (0, 150 e 300 g de glicerina/kg de MS) na dieta de ovinos em confinamento, não observaram influência no consumo de matéria seca, porém, os teores de Na presentes na glicerina utilizada foi de 1,3%.

Segundo MAPA o valor mínimo de sódio deverá ser garantido pelo fabricante e pode variar em função do processo produtivo.

O uso de glicerina também é limitado pela quantidade de metanol. Altas concentrações de metanol pode causar toxicidade em animais, notadamente pelo

acúmulo de ácido fórmico no sangue, produzido no fígado a partir de reações de desidrogenação do metanol. O ácido fórmico é excretado na urina, mas o seu excesso no sangue pode causar depressão do sistema nervoso central, acidose metabólica e lesão ocular (Oliveira et al., 2011). No entanto, ruminantes provavelmente são mais tolerantes à ingestão de metanol, pois o mesmo pode ser convertido em metano no rúmen. Pol & Demeyer (1988) verificaram que a infusão ruminal de metanol não afetou a produção e composição de ácidos graxos voláteis, e que 770 g/kg do metanol foram convertidos em metano (*in vitro*) no meio de cultivo com inóculo de ovinos adaptados.

Da mesma maneira a presença de metais pesados, tais como: cobre, cromo, chumbo, níquel, zinco e cádmio, também podem representar um risco da ingestão de glicerina. Lage (2009) ao avaliar níveis crescentes de glicerina bruta (contendo 362 g/kg de glicerol, 464,8 g/kg de ácidos graxos totais, 86,6 g/kg de metanol e 62 g/kg de água) na dieta (0, 30, 60, 90 e 120 g de glicerina/kg de MS na dieta) de ovinos em confinamento da raça Santa Inês, observaram que não houve diferença significativa dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre o teor de zinco no fígado e de cobre na carne, entretanto, o teor de cobre aumentou linearmente no fígado, houve um decréscimo linear na deposição de zinco na carne e diferença quanto ao teor de cobre na carne, concluindo que não houve comprometimento da qualidade e segurança alimentar da carne no tocante aos níveis de metais pesados no músculo e fígado.

A utilização da glicerina na dieta de ruminantes é uma alternativa, entretanto em alguns casos, há necessidade de uma reposição proteica quando adicionado este produto na dieta, haja vista que o milho (ingrediente geralmente substituído na dieta) contém quantidade superior de proteína em relação à glicerina (Oliveira et al., 2013).

Um outro ponto a ser considerado, é a logística da utilização da glicerina na alimentação animal em uma fábrica de ração, tendo em vista que é um produto na forma líquida/pastosa diferente dos tradicionalmente utilizados. Portanto, deve-se buscar a melhor maneira de adicioná-la no concentrado de forma que a glicerina esteja bem aderida nas partículas, e que sua característica higroscópica não afete a qualidade do alimento com o passar dos dias de armazenamento.

3. Processo de purificação e classificação da glicerina

A glicerina bruta apresenta baixo valor comercial, pois aproximadamente 10% do produto da reação de transesterificação apresentam impurezas como a água, metanol e material orgânico não-glicerol, o que impulsionou os processos de purificação e

neutralização (Figura 2) da glicerina bruta. Ocorre normalmente uma acidificação com ácido clorídrico (355-380 g/kg) ou fosfórico, com o intuito de separar os ácidos graxos, os quais podem retornar a produção do biodiesel, permitindo um aumento no rendimento na indústria, depois ocorre processo de filtração, separando as impurezas (Ooi et al., 2004).

Após a filtração, acontece uma neutralização básica (NaOH) deste coproduto com o objetivo de corrigir o pH. Estes dois processos (acidificação e neutralização) podem alterar sua composição, obtendo uma glicerina com maior nível de glicerol e reduzidos teores de metanol e ácidos graxos, a glicerina semi-purificada (Ferrero et al., 2010).

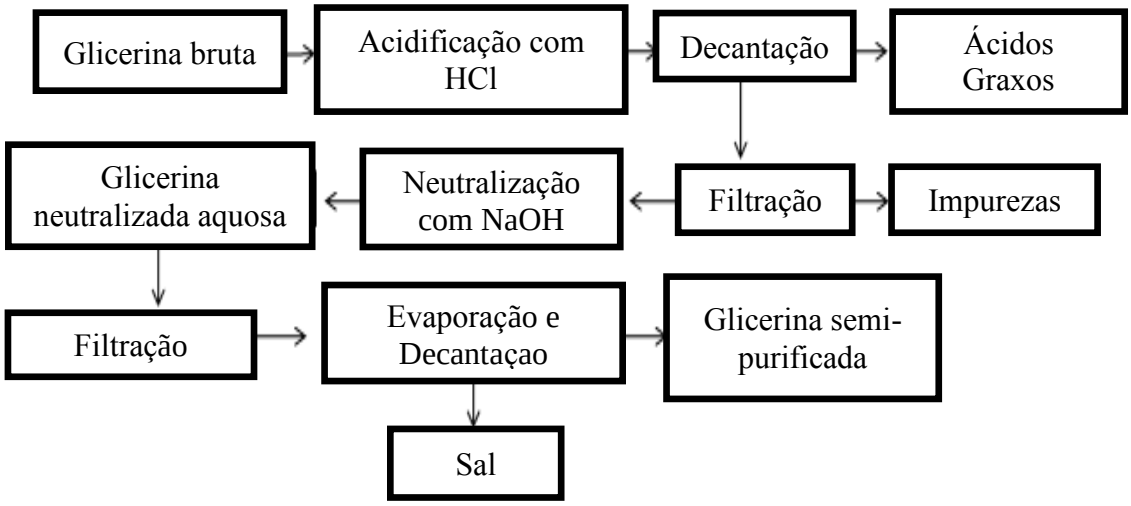

Figura 2- Processo de semi-purificação da glicerina bruta (Ferrero et al., 2010).

Segundo Oliveira et al. (2011), na indústria do biodiesel podem ser obtidas basicamente três tipos de glicerinas (Figura 3): *glicerina bruta (de baixa pureza)*, obtida logo após a separação do biodiesel, contém baixos níveis de glicerol (500 a 700 g de glicerol/kg), elevados níveis de catalisadores, álcool, água, ácidos graxos e sabões; g*licerina semi-purificada (de média pureza),* é a glicerina bruta após sofrer tratamento ácido, seguido de remoção dos ácidos graxos e sabões, conforme Figura 2. Possui normalmente 800 a 900 g de glicerol/kg. O restante é formado por água, sais, água e metanol. É o principal tipo de glicerina obtida atualmente nas indústrias de biodiesel e *glicerina pura (de alta pureza),* é a glicerina semi-purificada após sofrer bidestilação a vácuo e tratamento com absorventes. Contém mais de 990 g de glicerol/kg. Tem grande aplicação nos setores de cosméticos, higiene pessoal, medicamentos e fumo, apresenta

custo de purificação oneroso tornando impraticável sua utilização na alimentação animal.

(Adaptado Ooi et al., 2004) (Arquivo pessoal) (Arquivo pessoal)

Figura 3. Glicerina pura, semi-purificada e bruta.

Apesar do alto custo a glicerina purificada tem sido avaliada na alimentação animal. Em ensaio com cordeiros confinados, Avila-Stagno et al. (2012) utilizaram 70, 140 e 210 g de glicerina pura/kg de MS da dieta com 995 g de glicerol/kg no concentrado de cordeiros, encontraram consumo de matéria seca de 1315,75 g/kg e ganho médio diário de 0,25 g/kg.

Wang et al. (2009), em estudo realizado com bovinos alimentados com relação volumoso:concentrado de 60:40, observaram que a suplementação com 100, 200 e 300 g/dia de glicerina pura (998 g de glicerol/kg) melhorou o padrão de fermentação ruminal, diminuindo a proporção acetato: propionato.

4. Metabolismo do glicerol em ruminantes

O glicerol está presente nos organismos vegetais e animais sob a forma de triglicerídeos. No rúmen, os triglicerídeos são hidrolisados por bactérias ruminais liberando três moléculas de ácidos graxos e uma molécula de glicerol. O glicerol entra na célula bacteriana e é prontamente metabolizado a ácidos graxos voláteis. Entretanto, uma quantidade do glicerol é transportada junto com a ingesta ao abomaso ou absorvida pelo rúmen e direcionado para o fígado (Loor & Herbein, 2003).

Cerca de 44% do glicerol que chega ao rúmen é fermentado pelos microrganismos, 43% é absorvido pelas papilas ruminais e 13% desaparece por passagem com a digesta (Krehbiel, 2008).

De acordo com Donkin (2008), o glicerol é fermentado no rúmen a ácidos graxos de cadeia curta, de modo que 50 a 70% do glicerol desaparecem do rúmen em 4 horas, levando a um aumento na produção de propionato e butirato, além de diminuir a razão acetato:propionato, e que estes são utilizados como principais fontes de energia para mantença e produção animal.

Conforme Berman (1990) 50% do total de propionato resultante da fermentação ruminal é metabolizado pelas células do epitélio ruminal e nas demais células do trato gastrointestinal (TGI) e os 50% restantes são absorvidos pela veia porta e carreados para o fígado.

O propionato nas células do epitélio ruminal e nas demais células do TGI é transformado em propionil-succinil Co-enzima A (SCo A) e depois a metilmalonil-S CoA e então a succinil-SCoA, forma pela qual é oxidado no ciclo de Krebs, gerando adenosina trifosfato. No fígado, uma pequena parte do propionato é convertida em piruvato, o restante segue a rota gliconeogênica (Brisson et al., 2001).

Na via gliconeogênica, o propionato, é metabolizado a succinil-SCoA, o qual entra no ciclo de Krebs originando succinato, depois fumarato e, finalmente, o malato. O malato sai da mitocôndria e é transformado em fosfoenolpiruvato no citoplasma e, em seguida, a glicose, a qual é liberada para a circulação periférica a partir da veia hepática (Kozloski, 2011).

O glicerol presente na corrente sanguínea pode ser removido por tecidos contendo a enzima glicerol-quinase, responsável pela fosforilação do glicerol a glicerol-3-fosfato e ADP (Leningher et al., 2006). Kristensen & Raun (2007) mediram a absorção da glicerina e o metabolismo do glicerol no fígado de vacas que receberam por cânula ruminal 925 g/dia de glicerina semi-purificada, com 850 g de glicerol/kg, e recuperaram, na veia porta, 100 g/kg do glicerol administrado, que foi quase todo absorvido pelo fígado.

Em condições de energia excedente, o glicerol é direcionado para a síntese de gordura; entretanto, em situações de energia deficiente é oxidado (um mol de glicerol produz 22 moles de ATP) (Bartelt & Schneider, 2002). No processo de síntese de gordura, o glicerol-3-fostato é transformado em acil-glicerol, caso contrário pode ser oxidado a diidroxiacetona fosfato, que será metabolizada gerando ATP ou convertida em glicose (Beitz, 2006).

A gordura sintetizada pelo fígado é incorporada a VLDL e liberada para a circulação ou armazenada na forma de triacilgliceróis ou oxidada (Palmquist & Mattos, 2006).

No músculo, ocorre captação do glicerol contido no sangue. Mesmo o músculo não possuindo a enzima glicerol quinase, o glicerol pode ser metabolizado através da enzima glicerol redutase, com a participação de NADPH, evidenciado no músculo do diafragma de ratos (Toews, 1996).

O rim é o órgão responsável por metabolizar cerca de 10% do glicerol total do organismo, portanto desempenham um papel menor, exceto durante um jejum prolongado, quando eles se tornam importantes órgãos produtores de glicose (Champe & Harvey, 1996). O rim produz glicose principalmente a partir de aminoácidos, no entanto, somente parte dela é liberada para o sangue, pois necessita dela para executar suas funções. Quando é excedida a capacidade dos rins de reabsorver a glicose, haverá excreção desta na urina. Quando o corpo utiliza as reservas de gordura corporal como fonte de energia, o glicerol e ácidos graxos são liberados na corrente sanguínea. O metabolismo renal de glicerol ocorre nos túbulos proximais, local onde a glicerol quinase está localizada, e os produtos do seu metabolismo são glicose e lactato (Koolman & Röhm, 2005).

5. Glicerina em dietas para ruminantes

5.1. *In vitro*

A digestibilidade da glicerina bruta é muito variável, com relatos de 80% em 24 horas após incubação (Trabue et al., 2007), 90% depois de duas horas de incubação (Bergner et al, 1995) e 100% após quatro horas (Rémond et al, 1993).

Ferraro et al. (2009) incluíram glicerina semi-purificada (900 g de glicerol/kg) em dois níveis (0,36 e 0,72 g de glicerina/kg MS da dieta), propilenoglicol e melaço e encontraram que o glicerol é lentamente fermentado à propionato pelos microrganismos ruminais ou absorvido como glicerol escapando da fermentação ruminal, diferindo do propilenoglicol que é rapidamente convertido a propionato, e do melaço que é degradado no rúmen para acetato e butirato. Essa conversão lenta do glicerol para propionato pode ser devido à falta de adaptação da microbiota ruminal ao glicerol, tendo em vista a necessidade dessa adaptação para garantir bons parâmetros de desempenho dos animais.

Paggi et al. (2004), com base em estudos, relataram que a atividade celulolítica diminuiu em função do aumento de concentrações de glicerol. Resultados de estudos conduzidos com culturas "*in vitro"* podem ser questionáveis, pois não há quantificação das interações que ocorrem no ambiente ruminal e da variabilidade de substratos da dieta. Também Roger et al. (1992), observaram que 5 e 50 g de glicerol/kg MS da dieta inibiram a degradação da celulose por fungos e bactérias celulolíticas, respectivamente.

Avaliando os parâmetros ruminais, AbuGhazaleh et al. (2010), trabalhando com níveis de substituição do milho pelo glicerina pura (0; 150; 300 e 450 g de glicerina/kg MS da dieta), com 995 g de glicerol/kg, observaram que a ingestão de até 150 g de glicerina/kg de MS da dieta não afetou a população e a fermentação ruminal. Entretanto, níveis maiores de glicerina (300 e 450 g de glicerina/kg de MS da dieta) diminuíram as populações de bactérias responsáveis pela fermentação de fibra (*Ruminococcus albus e Succinivibrio dextrinosolvens*).

Abo El-Nor et al. (2010) utilizando níveis de 0; 30, 60; 72; e 108 g de glicerol/kg de MS, observaram que não houve diferenças no pH, porém a digestibilidade da fibra em detergente neutro diminuiu linearmente com o aumento do glicerol das dietas, de 0,38 para 0,32, nos níveis 0 e 108 g de glicerol/kg de MS da dieta, respectivamente.

Pereira et al. (2008) avaliaram a influência da glicerina bruta (0; 5; 10; 20; 30 e 50 g de glicerina/kg MS da dieta) na dinâmica de fermentação do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e observaram que o acréscimo de 20 a 50 g de glicerina/kg da dieta implicou em modificações drásticas e negativas nas curvas de produção de gases, com efeito negativo na fermentação ruminal, aumento do tempo de colonização e redução da digestibilidade. No substrato concentrado, observou-se a redução do potencial máximo de produção de gases, e, no substrato feno associado ao concentrado houve redução do potencial máximo de produção de gases e digestibilidade.

5.2. *In vivo*

5.2.1. Glicerina Bruta

Serrano (2011) avaliou os efeitos da inclusão de glicerina bruta, na dieta de bovinos de corte, utilizando cinco novilhos da raça Nelore (522 kg ± 43 kg), recebendo níveis crescentes: 0, 30, 60, 90 e 120 g de glicerina bruta/kg de MS da dieta e verificou que os coeficientes de digestibilidade aparente ruminal (CDR); de digestibilidade aparente intestinal (CDI) e de digestibilidade aparente total (CDT) da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos

não foram influenciados pelos tratamentos. Porém, o CDI e CDT do EE aumentaram linearmente à medida que se aumentou o nível de glicerina bruta na dieta, sem influência na síntese de proteína microbiana e a cinética ruminal.

Donkin et al. (2008) observaram que a digestibilidade aparente total (CDT) da matéria seca e da matéria orgânica aumentaram linearmente com a inclusão de glicerina bruta com níveis de 0 a 150 g de glicerina/kg de MS na dieta, porém o CDT da FDN não foi afetado.

Lage et al. (2010) utilizaram 35 cordeiros machos não castrados da raça Santa Inês na avaliação dos efeitos dos níveis de inclusão de glicerina bruta, contendo 362 g/kg de glicerol, na dieta (0, 30, 60, 90 e 120 g de glicerina bruta/kg de MS da dieta) em substituição ao milho, sobre a digestibilidade dos componentes da dieta e observaram que os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta não foram afetados pela inclusão de glicerina bruta na dieta. Já a conversão alimentar e a digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína apresentaram efeito quadrático e a digestibilidade do EE apresentou efeito linear negativo. Houve efeito quadrático dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre a conversão alimentar. Portanto a glicerina bruta pode ser incluída na dieta de cordeiros em terminação em até 60 g de glicerina/kg de MS da dieta, com otimização da conversão alimentar e aumento dos benefícios econômicos

Schroder & Sudekum (1999) relatam que a inclusão de 100 g de glicerina bruta/kg de MS da dieta não influenciou o consumo de matéria seca, digestibilidade dos nutrientes e síntese microbiana.

Parsons et al. (2009) terminaram novilhas com inclusão de 0, 20, 40, 80, 120 e 160 g de glicerina bruta/kg de MS da dieta e constataram que a glicerina bruta não prejudicou a produção e características de carcaça. Conclusões semelhantes foram obtidas por D`Aurea (2010), ao avaliar níveis diferentes (0, 100 e 200 g de glicerina bruta/kg de MS da dieta) para terminação de novilhas da raça Nelore sobre o desempenho e as características de carcaça, digestibilidade aparente das dietas e características da carne.

5.2.2. Glicerina Semi-purificada

Farias et al. (2012) avaliando a inclusão de glicerina (0; 28; 61 e 90 g de glicerina semi-purificada/kg de MS da dieta) com 812 g de glicerol/kg sobre a digestibilidade em novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu,

observaram que a adição de glicerina na dieta não teve efeito sobre a conversão alimentar e sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica, fibra detergente neutro, carboidratos não fibrosos e carboidratos totais. Entretanto, observaram redução no ganho médio diário e peso corporal final em função dos níveis de adição. Os autores não recomendam a utilização de glicerina de baixa pureza, pois os elevados teores de álcool e sais podem determinar a redução no consumo e, consequentemente, no desempenho animal.

Kristensen & Raun (2007) mediram a absorção da glicerina e o metabolismo do glicerol no fígado de vacas que receberam por cânula ruminal 925 g de glicerina semi-purificada/dia, (850 g de glicerol/kg) e recuperaram, na veia porta, 100 g do glicerol/kg administrado, que foi quase todo absorvido pelo fígado e convertido em glicose e, o glicerol não recuperado na veia porta, presumivelmente, foi convertido a propionato, no rúmen, contribuindo com a gliconeogênese.

De acordo com Gunn et al. (2010), a inclusão de até 200 g de glicerina semi-purificada/kg de MS da dieta (875 g de glicerol/kg) em substituição ao milho para cordeiros castrados em terminação, durante os primeiros 14 dias do período de transição, pode ter um impacto positivo no desempenho dos animais e não afeta as características de carcaça. Corroborando com este estudo, Terré et al. (2011) avaliando a inclusão de glicerina semi-purificada (862 g de glicerol/kg) em 50 e 100 g de glicerina/kg de MS da dieta, encontraram que a glicerina pode ser incluída em até de 100 g de glicerina/kg de MS na dieta na alimentação de cordeiros, pois não prejudicou o consumo de concentrado e feno, metabólitos do sangue, desempenho e a composição da gordura da carne.

Da mesma maneira, Gomes et al. (2011) suplementaram cordeiros com 150 e 300 g de glicerina semi-purificada/kg de MS da dieta (831 g de glicerol/kg) em substituição ao milho e concluíram que a glicerina pode ser utilizada em até 300 g de glicerina/kg de MS da dieta para cordeiros em terminação sem causar efeito negativo no consumo, desempenho e características de carcaça.

Confirmando a potencialidade da glicerina semi-purificada, Pellegrin et al. (2012) avaliaram a substituição do milho por glicerina semi-purificada (848 g de glicerol/kg) em comedouros privativos de 100, 200 e 300 g de glicerina/kg de MS do suplemento isoprotéico, sendo fornecido 2% do peso corporal por dia, e concluíram que a inclusão de até 300 g de glicerina/kg de MS do suplemento isoprotéico, sendo

fornecido 2% do peso corporal por dia, não alterou as concentrações de colesterol no sangue e na carne de cordeiros lactentes mantidos em pastagens de azevém.

Leão et al. (2013) avaliaram as características de carcaça e carne de vacas de descarte e novilhos castrados mestiços de raças de aptidão leiteira alimentados com diferentes níveis de glicerina semi-purificada: 0, 60, 120 e 240 g de glicerina/kg de MS da dieta (803,5 g de glicerol/kg) e observaram que não houve alteração no peso e rendimento de carcaça, espessura de gordura subcutânea e as características qualitativas da carne.

Do exposto observou-se que a maioria dos ensaios "*in vivo"* tem sido conduzidos usando glicerina bruta ou semi-purificada e com base nestes resultados de literatura o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de níveis de glicerina semi-purificada na ração total superiores aos recentemente testados, sobre o comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo, características de carcaça, qualidade da carne e análise econômica pontual e de sensibilidade de borregos confinados. Os resultados obtidos foram abordados nos artigos denominados "Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados: comportamento ingestivo, digestibilidade, desempenho produtivo e econômico" e "Características de carcaça e qualidade de carne de borregos confinados recebendo glicerina semi-purificada na dieta" redigidos de acordo com as normas editoriais do periódico Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS

ABUGHAZALEH, A.A.; ABO EL-NOR, S.; IBRAHIM, S.A. The effect of replacing corn with glycerol on ruminal bacteria in continuous culture fermenters. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.95, p.313-319, 2010.

ABO EL-NOR, S.; ABUGHAZALEH, A.A.; POTU, R.B. et al. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feeds Science and Technology**, v.162, p.99-105, 2010.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Biodiesel – Introdução**, 2012 Disponível em: < www.anp.gov.br> Acesso em 14 fev. 2014.

AVILA-STAGNO, J.; CHAVES, A.V.; HE, M.L et al. Effects of increasing concentrations of glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty acid profiles, and carcass traits of lambs. **Journal of Animal Science**, v.91, p.829-837, 2012.

BARTELT, J.; SCHNEIDER, H. D. **Glycerine in der Tierernährung**. UFOP Schriften, Bonn, Bermany, p.1 -36, 2002.

BEITZ, D. C. Metabolismo lipídico. In. Dukes, **Fisiologia dos animais domésticos**. 2.ed.Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 476 - 492.

BERGNER, H.; KIJORA, C.; GERESNAKOVA, Z. et al. *In vitro* studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. **Archivo Tierernah**, v.48, p.245-256, 1995.

BERMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**,v.70, p.567-90,1990.

BRISSON, D.; VOHL, M.C.; ST-PIERRE, J. et al. Glycerol: A neglected variable inmetabolic processes? **Bioessays**, v.23, p.534-542, 2001.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. **Bioquímica Ilustrada**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed 1996. 357p.

D`AUREA, A. P. **Glicerina, resíduo da produção de biodiesel, na terminação de novilhas da raça nelore.** 2010. 470f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal.

DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis: A. General**, v.281, p.225-231, 2005.

DONKIN, S.S. Glycerol from Biodiesel Production: The New Corn for Dairy Cattle **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.37, p.280-286, 2008.

DOPPENBERG, J.; VAN DER AAR, P. The nutritional value of biodiesel by-products. **Feed Business Asia**, v.12, p.42-43, 2007.

EXPEDITO, J.S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Salvador: Rede Baiana de Biocombustíveis, 2003.

FARIAS, M.S.; PRADO, I.N.; VALERO, M.V. et al. Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade**. Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.1177-1188, 2012.

FERRARO, S.M.; MENDOZA, G.D.; MIRANDA, L.A. et al. *In vitro* gas production and ruminal fermentation of glycerol, prolylene glycol and molasses. **Journal of Animal Feed Science and Technology**, v. 154, p.112-118, 2009.

FERRERO, A.J.; ROSA, I.M.; VENECIANO, E. **Proceso de purificacion de la glicerina obtenida del biodiesel a pequeña escala.** Centro de Investigacion em Tecnologia Lactocarnica, Villa Maria, Cordoba, 2010.

FRANÇOIS, A. Glycerol in Nutrition. **Comptes Rendus de Academic Agriculture de France**, 2: p.63-76. 1994.

GOMES, M. A. B. **Parâmetros produtivos e reprodutivos de ovinos suplementados com glicerina da produção de biodiesel.** 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá.

GOMES, M.A.B.; MORAES, G.V.; MATAVELI, M. et al. Performance and carcass characteristics of lambs fed on dietas supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2211-2219, 2011.

GONÇALVES, V.L.C.; PINTO, B.P.; MUSGUEIRA, L.C. et al. Biogasolina: produção de ésteres da glicerina. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2006. p.14-19.

GUNN, P.J.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P. et al. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. **Journal of Animal Science**, v. 88, p.1771-1776, 2010.

KOOLMAN, J.; RÖHM, K.H. **Color Atlas of Biochemistry**. 2.ed. New York: Thieme Stutgart, 2005. 467p.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 3.ed. Santa Maria: Santa Maria, 2011. 216p.

KREHBIEL. Ruminal and physiological metabolism of glycerin, **Journal of Animal Science**, v86, p.392, 2008.

KRISTENSEN, N.B.; RAUN B.M.L. Ruminal fermentation, portal absorption, and hepatic metabolism of glycerol infused into the rumen of lactating dairy cows. In: ENERGY AND PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION – INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENERGY AND PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION, 2., 2007, Ortigues- Marty, **Proceedings…** Marty: EAAP Publication. Wageningen Academic Publishers. 2007. p. 355-356.

LAGE, J.F. **Glicerina bruta oriunda da agroindústria do biodiesel na alimentação de cordeiros em terminação**. 2009. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LAGE**,** J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R. et al. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.9, p.1012-1020, 2010.

LEÃO J.P.; NEIVA, J.N.M.; RESTLE, J. et al. Carcass and meat characteristics of different cattle categories fed diets containing crude glycerin. **Semina: Ciencias Agrarias**, v.34, p.431-444, 2013.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger - Princípios de Bioquímica.** 4.ed. São Paulo: Sarvier, 2006. 1202 p.

LOOR, J. J.; HERBEIN, J. H. Reduced fatty acid synthesis and desaturation due to exogenous trans10,cis12-cla in cows fed oleic or linoleic oil. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p.1354-1369, 2003.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO [2010]. **Ministério da agricultura autoriza novo uso da glicerina**. Disponível em:<http://www.sindiracoes.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=972 Itemid=1> Acesso em: 01 out. 2013.

MORIN, P.; HAMAD, B.; SAPALY, G. et al. Transesterification of rapeseed oil with ethanol. **Applied Catalysis. A: General**, v.330, p.69-76, 2007.

OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, M.R.C.; SOUZA, J.G. et al. [2011]. **Perspectiva da Utilização dos Co-produtos do Biodiesel na Produção de Bovinos de Corte.** Disponível em: <http://www.amazoniaphos.com.br/TNX/conteudo.php?Sid=44&cid=564> Acesso em: 02 de dezembro de 2013.

OLIVEIRA, J.S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.C. et.al. Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal. **Ciência Rural**, v. 43, p.509-512, 2013.

OOI, T.L.; YONG, K.C.; HAZIMAH, A.H. et al. Glycerol residue – a rich source of glycerol and medium chain fatty acids. **Journal of Oleo Science**, v.53, p.29-33, 2004.

PAGGI, R.A.; FAY, J.P.; FAVERIN, C. In vitro ruminal digestibility of oat hay and cellulolytic activity in the presence of increasing concentrations of short-chain acids and glycerol. **Journal of Agricultural Science**, v.142, p.89-96, 2004.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2006, p.583.

PARSONS, G.L.; SHELOR, M.K.; DROUILLARD, J.S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v.87, p.653-657, 2009.

PELLEGRIN, A.C.R.S; PIRES, C.C.; CARVALHO, S. et al. Glicerina bruta no suplemento para cordeiros lactentes em pastejo de azevém. **Ciência Rural**,v.42, p.1477- 1482, 2012.

PEREIRA, L.G.R.; MAURÍCIO, R.M.; MENEZES, D.R. et al. Influência da glicerina bruta na cinética de fermentação ruminal *in vitro*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRESILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2008]. (CD-ROM).

POL, A.; DEMEYER, D.I. Fermentation of methanol in the sheep rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, v.54, p.832-834, 1988.

POND, W.G.; CHURCH, D.C.; POND, K.R. et al. **Basic animal nutrition and feeding.** 5.ed. Hoboken: John Wiley & Sons Inc., 2005. p.580.

RÉMOND, B.; SOUDAY, E.; JOUANY, J.P. *In vitro* and *in vivo* fermentation of glycerol by rumen microbes. **Journal of Animal Feed Science and Technology,** v.41, p. 121-132, 1993.

RIVALDI, J.D; SARROUH, B.F.; SILVA, S.S. Glycerol od biodiesel; biotechnological strategy for glycerol in biodiesel production. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.10, p. 44-51, 2008.

ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C. et al. Effects of glycerol on the growth, adhesion and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Current Microbiol**., v.25, p.197-201, 1992.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K-H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. **The Regional Institute Ltd**, Canberra, AU, p.241, 1999.

SERRANO, R.D.C**. Glicerina bruta e uréia de liberação lenta na alimentação de bovinos de corte**. 2011. 49 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SILVA, R.R.; PRADO, I.N; CARVALHO, G.G.P. et al. Níveis de suplementação na terminação de novilhos nelore em pastagens: aspectos econômicos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, p.2091-2097, 2010.

TERRÉ, M.; NUDDA, A.; CASADO, P. et al. The use of glycerin in rations for light lamb during the fattening period. **Journal of Animal Feed Science and Technology**, v.164, p.262-267, 2011.

TYSON, K.S.; BOZELL, J.; WALLACE, R. [2004]. Biomass Oil Analysis: Research Needs and Recommendations. **Technical Report National Renewable Energy Laboratory Golden**. Disponível em:<http: //www.nrel.gov/docs/fy04osti/34796.pdf >.Acesso em: 20 set. 2013.

526 TOEWS, C.J. Evidence for metabolism of glicerol by skeletal muscle and teh presence
527 of a muscle nicotinamide-adenide dinucleotide phosphatedependent glycerol
528 desydrogenase. **Journal of Biochemistry**, v.98, p.57-69,1996.
529 TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. et al. Ruminal fermentation of
530 propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 55,
531 p. 7043-7051, 2007.
532 WANG, ZX; ZHUGE, J; FANG, H. et al. Glycerol production by microbial
533 fermentation: A review. **Biotechnology Advances,** v.19, p.201-223, 2009.
534

Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados: comportamento ingestivo, digestibilidade, desempenho produtivo e econômico

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de glicerina semi-purificada na ração total, sobre comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo e econômico de borregos confinados. Foram utilizados 20 borregos, inteiros, cruzados Dorper x Texel x Suffolk, contemporâneos, com oito meses de idade e peso médio inicial de 22,18±5,5 kg. Os tratamentos compreenderam dietas contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina na ração total: controle (sem glicerina); 120 g, 240 g e 360 g de glicerina/kg MS. A proporção volumoso:concentrado da dieta foi de 40:60 com base na MS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco animais por tratamento. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, para as variáveis: comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes e desempenho produtivo, exceto para digestibilidade do extrato etéreo, apresentando menor digestibilidade no tratamento com 360 g de glicerina/kg MS da dieta total. O consumo de matéria seca foi de 1337,86 g/dia e ganho médio diário de 240 g/dia. Conclui-se que a inclusão de até 360 g de glicerina semi-purificada/kg MS na dieta total de borregos confinados, não alterou o comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes e desempenho produtivo. Sendo economicamente viável a inclusão de até 240 g de glicerina/kg de MS na dieta conforme demonstrado na análise econômica pontual.

Palavras-chave: biodiesel, conversão alimentar, coproduto, ganho de peso, ovino

Glycerin semi-purified diet in feedlot lambs: ingestive behavior, digestibility, growth performance and economic

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of different levels of inclusion of semi-purified glycerin in the total ration on feeding behavior, nutrient digestibility, growth performance and economic feedlot lambs. Were used 20 lambs, whole cross Dorper x Suffolk x Texel, contemporary, with eight months of age and initial weight of 22.18±5.5 kg. The treatments consisted of diets with increasing inclusion levels of glycerin in the total ration:control (no glycerin): 120 g, 240 g and 360 g glycerin/kg DM. The forage:concentrate ratio of the diet was 40:60 on a DM basis. The experimental design was completely randomized with five animals of treatment. There was no significant difference between treatments for the variables: feeding behavior, nutrient digestibility and productive performance, except for ether extract digestibility, presenting lower digestibility in treatment with 360 g of glycerin/kg DM in the diet. The dry matter intake was 1337.86 g/day and average daily gain of 240 g/day. It is concluded that the inclusion of up to 360 g of glycerin semi-purified/kg MS in diet of feedlot lambs did not alter feeding behavior, nutrient digestibility and productive performance. Being economically viable to include up to 240 g of glycerin/kg DM in the diet as shown in timely economic analysis.

Keywords : biodiesel, coproduct, feed conversion, sheep, weight gain

INTRODUÇÃO

A glicerina bruta representa 10% da produção do biodiesel (Pinto et al., 2005) e apresenta sabor adocicado, higroscopicidade e pode ser considerada como uma fonte energética. A glicerina é classificada em glicerina bruta (500 a 700 g de glicerol/kg), semi-purificada (800 a 900 g de glicerol/kg) e pura (990 g de glicerol/kg) (Schroder & Sudekum,1999). A glicerina pura é obtida após processo oneroso, o que tem limitado o uso na alimentação animal e a glicerina semi-purificada possui maior teor de glicerol, menores teores de água, metanol, ácidos graxos livres e ésteres, do que a glicerina bruta, o que a torna interessante do ponto de vista nutricional.

Uma vez que os ruminantes procuram ajustar o consumo alimentar as necessidades nutricionais, especialmente em energia (Van Soest, 1994), o uso da glicerina semi-purificada, como coproduto da produção de biodiesel, tem-se destacado com o objetivo de substituir o milho e baratear o custo da ração, visto que estes dois alimentos apresentam similaridade energética (Donkin, 2008).

O desempenho animal é determinado pelo consumo de nutrientes, digestibilidade e metabolismo. O consumo de alimentos, por sua vez, pode ser influenciado por fatores ligados aos alimentos, como palatabilidade, textura, aparência visual e fatores ligados aos animais, como estresse e interações (Mertens et al., 1994). Segundo Costa et al. (2011), em condições de alimentação não competitiva, como no caso de animais em confinamento, onde não há restrição à quantidade de alimento fornecido, o tempo de alimentação e ruminação é influenciado pelas características do alimento e principalmente pelo teor de parede celular. Dessa forma, o comportamento ingestivo pode influenciar a digestão dos alimentos e a taxa de passagem pelo trato gastrintestinal. Porém, os animais podem alterar seu comportamento ingestivo,

modificando um ou mais dos seus componentes para superar condições limitantes ao consumo e obter a quantidade de nutrientes necessária (Fischer, 1996).

Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de glicerina semi-purificada na ração total, sobre comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo e econômico de borregos confinados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), na cidade de Campo Grande/MS.

Foram utilizados 20 borregos machos, inteiros, cruzados Dorper x Texel x Suffolk, contemporâneos, com oito meses de idade e peso médio inicial de 22,18 ±5,5 kg.

Os animais foram confinados em baias individuais de 3 m² com piso ripado, providas de comedouros individuais para alimento e suplemento mineral, e bebedouro. O experimento foi dividido em 6 períodos experimentais de 14 dias, totalizando 84 dias de ensaio.

Antes do início do experimento foi realizado controle parasitário por meio de coleta de fezes para realização de exames de OPG (ovos por grama de fezes) através do método de Gordon & Whitlock (1939), seguido por administração de anti-helmíntico. Além disso, todos os animais foram vacinados contra clostridiose.

Os animais foram distribuídos, com base no peso corporal, entre os tratamentos: controle (sem glicerina); 120 g, 240 g e 360 g de glicerina semi-purificada/kg de MS da dieta e alimentados duas vezes ao dia (8 e 17 horas) na forma de ração total misturada, ajustada diariamente para garantir 100 g de sobras/kg de alimento fornecido, de modo a

caracterizar um consumo à vontade dos animais. A glicerina utilizada era de origem vegetal (soja).

As dietas foram isoprotéicas, na proporção volumoso:concentrado de 40:60, com base na matéria seca. O feno de capim Tifton triturado foi utilizado como volumoso. Na Tabela 1 apresentam-se a proporção dos ingredientes e a composição química dos ingredientes das dietas e formuladas segundo o National Research Council (2007) para ganho médio de 200 g/dia. A composição da glicerina semi-purificada está apresentada no rodapé da Tabela 1.

Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição química das dietas

	Glicerina na ração total (g/kg MS)			
Ingredientes	0	120	240	360
Milho moído (g/kg)	435,00	293,40	150,00	5,00
Farelo de soja (g/kg)	138,00	161,10	185,00	210,30
Glicerina semi-purificada (g/kg)	0,00	120,00	240,00	360,00
Fosfato bicálcico (g/kg)	16,50	15,60	15,00	14,70
Uréia (g/kg)	10,00	10,00	10,00	10,00
Feno de Tifton(g/kg)	400,00	400,00	400,00	400,00
Nutrientes	Composição química da ração			
Matéria seca (g/kg)	915,29	915,31	911,30	913,55
Matéria orgânica (g/kg MS)	921,20	943,65	934,67	935,65
Proteína bruta (g/kg MS)	180,54	181,17	179,14	177,20
Extrato etéreo (g/kg MS)	27,78	27,11	28,64	27,88
Fibra em detergente neutro (g/kg MS)	429,99	427,73	425,65	424,16
Fibra em detergente ácido (g/kg MS)	202,27	202,12	200,89	202,19
Carboidratos não fibrosos (g/kg MS)	28,30	30,78	30,13	30,64
Energia Metabolizável (Mcal/kg MS)	1,92	1,92	2,10	2,25

Glicerol - 900g de glicerol/kg; MS - 995,20 g/kg; Energia Bruta - 3500 Kcal/kg/MS e Proteína Bruta - 1,1 g/kg; Metanol: 103 ppm; EM = NDT x 0,82.

As avaliações de comportamento ingestivo foram realizadas a cada 14 dias, durante os quatro primeiros períodos. A coleta de dados foi realizada em sessões de 24

horas por período com início às oito horas da manhã, com a primeira alimentação dos animais, até oito horas do dia seguinte, com o novo fornecimento, totalizando 96 horas de observação por animal. A coleta de dados de comportamento ingestivo dos ovinos foi baseada em amostragens de varredura instantânea, a cada dez minutos, segundo Altmann (1974), Martin & Bateson (1993), por meio de etograma, caracterizado por quatro categorias básicas de comportamento (alimentação, ruminação, deslocamento e ócio).

Foi realizada a contagem do número de mastigações merícicas MMnb (nº/bolo) e do tempo despendido para ruminação de cada bolo MMtb (min/bolo) utilizando-se um cronômetro digital. Para a obtenção das médias das mastigações e do tempo foram feitas observações de três bolos ruminais em três períodos diferentes do dia (10-12, 14-16 e 18-20 horas). O número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total (TMT) e o número de mastigações merícicas por dia (MMnd) foram obtidos conforme metodologia descrita por Bürger et al. (2000).

Para obtenção do número de bolos diários (NBR), procedeu-se à divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio gasto na ruminação de cada bolo. Além disso, obtiveram-se as variáveis eficiência de alimentação (EAL) e de ruminação (ERU) de MS e FDN, obtido pela divisão do consumo de MS e FDN pelos tempos de ingestão e ruminação total, respectivamente, em gramas/minuto.

Os animais foram pesados inicialmente e ao final de cada período, após jejum de sólidos por 16 horas, para obtenção do ganho de peso corporal total e médio diário.

A dieta oferecida e as sobras foram quantificadas e amostradas diariamente, sendo o alimento fornecido coletado na forma de amostra composta por período, ao passo que as sobras foram acondicionadas em amostras compostas por animal e por período, para avaliação de consumo diário dos nutrientes (nutriente fornecido – nutriente das sobras),

conversão (consumo/ganho) e eficiência (ganho/consumo) alimentar dos animais. As coletas totais de fezes foram realizadas nos quatro períodos de avaliação (a cada 14 dias), com o uso de bolsas coletoras de fezes durante 48 horas por animal em cada período, onde as fezes eram coletadas manualmente antes da alimentação dos animais, posteriormente homogeneizadas e amostrados 100 g/kg do total excretado, para formação de amostra composta.

Para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), foi utilizada a seguinte fórmula descrita por Silva & Leão (1979): CDA = (nutriente ingerido – nutriente excretado / nutriente ingerido).

As amostras do alimento fornecido, sobras e fezes foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, a 55°C por 96 horas, e trituradas em moinho de facas dotado de peneira com crivos de 1 mm. A determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), foram realizados de acordo com AOAC (2000), pelos métodos 930.15, 932.05, 976.05 e 920.39, respectivamente. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados segundo Goering & Van Soest (1970) sem o uso de sulfito e amilase termoestável.

Foram realizadas análises econômicas: pontual, com base nos dados de desempenho e do custo dos insumos no experimento e de sensibilidade, com variação no custo dos insumos. Em nenhuma avaliação considerou-se as demais despesas, uma vez que são semelhantes entre os tratamentos.

A análise de sensibilidade foi simulada em seis cenários com oscilações dos valores dos insumos, com variações de 20% do preço (milho, glicerina e farelo de soja) para determinação do impacto de tais variações no custo unitário das dietas.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento, e analisados segundo o modelo estatístico: Yijk = m+ Ai + eij, onde: Yij = é a observação j, referente à glicerina i; m = é a constante geral; Ai = é o efeito do nível de inclusão da glicerina i, i= 1, 2, 3 e 4; eijk = erro aleatório associado a cada observação Yijk.

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e as médias comparadas por meio do teste Tukey, em nível de 0,05 de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo gasto pelos borregos confinados nas atividades comportamentais não foi influenciado pelos diferentes níveis de glicerina semi-purificada na dieta, com valores médios de 3,77; 6,58; 4,32 e 9,33 horas/dia em alimentação, ruminação, deslocamento e ócio, respectivamente (Tabela 2).

Segundo Van Soest (1994) e Mertens (1997), variações no comportamento ingestivo de ruminantes estariam relacionados com a composição da dieta, principalmente em função do teor de fibra, grau de moagem do alimento consumido e frequência de fornecimento do alimento. O padrão comportamental dos animais não foi influenciado pelo uso dos diferentes níveis de glicerina na dieta total, o que pode ser explicado pela semelhança no teor de FDN das dietas.

Dentre as atividades, o ócio foi a que obteve maior tempo despendido, o que pode ser explicado pelo fato dos animais terem recebido dietas contendo 600 g/kg de concentrado com ingredientes moídos, tendo com isso, reduzido os tempos de alimentação e ruminação restando mais tempo para o ócio (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios e erro padrão da média do tempo gasto por atividade comportamental de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
Alimentação (h/dia)	3,88	3,44	3,73	4,03	0,382	0,723
Ruminação (h/dia)	6,71	6,97	6,67	5,97	0,395	0,918
Deslocamento (h/dia)	3,98	4,27	4,26	4,77	0,316	0,757
Ócio (h/dia)	9,43	9,32	9,34	9,23	0,582	0,731

Altos níveis de glicerol reduzem a população de microrganismos ruminais e, consequentemente, a digestibilidade da fibra, o que poderia afetar os tempos de alimentação e ruminação (Elam et al. (2008), Mari et al. (2010)). No entanto, neste estudo, a quantidade de glicerol disponível no rúmen e, consequentemente a quantidade de propionato obtida pela metabolização do glicerol, não foi capaz de provocar aumento no tempo de alimentação e de ruminação das dietas como descrito na Tabela 2. Possivelmente, os níveis de glicerina semi-purificada utilizados não comprometeram as bactérias fibrolíticas, pois caso contrário o tempo de ruminação poderia ter aumentado com objetivo de manutenção do consumo de feno. O tempo de alimentação foi menor, pois a proporção de concentrado na dieta era maior em relação ao volumoso, visto que o concentrado é moído fino e com isso demanda menor tempo para ingestão e ruminação.

A média da eficiência de alimentação de MS (EAL), eficiência de ruminação da dieta total (ERU_{MS}) tempo de mastigação total (TMT), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações merícicas (MMnd), mastigações merícicas por bolo (MMnb) e tempo de mastigações merícicas por bolo (MMtb) foi semelhante em função dos níveis de glicerina na dieta (Tabela 3).

Apesar de haver diferenças quanto à forma física das dietas, após a inclusão da glicerina semi-purificada, não foi observado alterações na atividade mastigatória dos animais e consequentemente no número de bolos ruminais, tempo de mastigação total que por sua vez não vai alterar a eficiência de alimentação de MS e eficiência de ruminação da dieta total. Estas variáveis sugerem que não haverá grandes alterações no consumo de MS dos tratamentos.

Também Meneses (2013) avaliando vacas mestiças Holandês x Zebu recebendo diferentes níveis de glicerina bruta (518 g/kg de glicerol): 0, 50, 100, 150, 200 g de glicerina/kg de MS da dieta, não observou efeito da inclusão de glicerina sobre o número de bolos ruminados por dia, mastigações merícicas por bolo e tempo de mastigações merícicas por bolo apresentando valor médio de 524,19 nº/dia; 59,25 nº/bolo e 59,79 seg/bolo, respectivamente.

Tabela 3 - Valores médios e erro padrão da média das eficiências de alimentação e ruminação, e das mastigações merícicas de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina da ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
EAL (g MS/h)	224,7	238,5	237,1	252,1	44,161	0,978
ERU (g MS/h)	120,09	112,39	116,41	135,41	26,588	0,931
TMT (h/dia)	10,90	10,75	11,33	12,28	1,244	0,761
NBR (nº/dia)	657	598	711	683	92,419	0,978
MMnd (nº/dia)	41330	44064	43373	46969	5415	0,931
MMnb (nº/bolo)	63	68	62	69	11,811	0,473
MMtb (seg/bolo)	38,9	50,33	39,15	43,76	5,982	0,514

EAL- eficiência de alimentação de MS; ERU_{MS} - eficiência de ruminação da dieta total; TMT- tempo de mastigação total; NBR- número de bolos ruminais; MMnd- número diário de mastigações merícicas; MMnb- mastigações merícicas por bolo e MMtb- tempo de mastigações merícicas por bolo.

Zacaroni et al. (2010) trabalhando com os níveis 0, 40, 80 e 120 g de glicerina/kg de MS da dieta, não encontraram diferença no tempo de mastigação total (h/dia) com inclusão de glicerina na dieta, o que foi justificado pela ausência de efeito nos tempos de ruminação e alimentação, corroborando com os resultados do presente estudo. Entretanto, estes autores verificaram aumento na eficiência de alimentação, sem mudanças no consumo. Neste ensaio, a semelhança entre as eficiências de alimentação e ruminação (g MS/h) entre as dietas testadas pode ser explicada pela similaridade do consumo de matéria seca (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios e erro padrão da média dos consumos dos nutrientes da dieta de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
CMS (g/dia)	1394,48	1309,40	1328,28	1319,27	54,815	0,683
CMS (g/kg PC)	45,62	43,24	44,66	43,84	3,598	0,969
CMO (g/dia)	1303,11	1222,92	1240,17	1232,52	51,169	0,685
CMM (g/dia)	92,37	86,48	88,11	86,57	3,65	0,642
CPB (g/dia)	265,02	244,95	247,12	245,74	9,995	0,219
CEE (g/dia)	45,82	42,27	41,60	40,36	1,909	0,251
CFDN (g/dia)	582,75	551,79	585,18	588,53	24,851	0,708
CFDA (g/dia)	343,89	299,75	304,98	301,59	13,100	0,090
CCNF (g/dia)	369,62	344,24	335,56	328,40	18,061	0,422
CEM (Mcal/dia)	2,37	2,30	2,60	2,55	0,144	0,410

CMS: consumo de matéria seca; CMO: consumo de matéria orgânica, CMM: consumo de matéria mineral, CPB: consumo de proteína bruta, CEE: consumo de extrato etéreo, CFDN: consumo de fibra em detergente neutro, CFDA: consumo de fibra em detergente ácido, CCNF: consumo de carboidratos não fibrosos em g/dia, CEM: consumo de Energia Metabolizável em Mcal/dia e CMS: consumo de MS em g/kg de peso corporal (g/kg PC).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), matéria mineral (CMM), proteína bruta

(CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e carboidratos não fibrosos (CCNF) (Tabela 4), sendo CMS médio igual a 1337,86 g/dia.

Os níveis de glicerina testados não foram desafiadores o suficiente para influenciar no CMS, algo que outros autores, utilizando níveis menores também evidenciaram. Assim como Gomes et al. (2011), avaliando desempenho e características de carcaça de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com diferentes níveis de glicerina semi-purificada (831g de glicerol/kg): 0, 150 e 300 g de glicerina/kg de MS da dieta, em substituição ao milho, não encontraram diferença significativa no CMS, que foi em média de 1207,00 g/dia e Gunn et al. (2010) avaliando borregos castrados da raça Suffolk submetidos a glicerina semi-purificada (875 g de glicerol/kg) utilizando os seguintes níveis: 0, 50, 100, 150 e 200 g de glicerina/kg de MS da dieta, apresentaram CMS médio de 1510,00 g/dia. Também Ávila-Stagno et al. (2012) demonstraram média de 1260,00 g/dia utilizando níveis de: 0, 70, 140, 210 g de glicerina pura/kg de MS da dieta (995 g de glicerol/kg) na dieta de borregos. Terré et al. (2011) avaliando glicerina semi-purificada (862 g de glicerol/kg), em níveis de 0, 50, 100 g de glicerina/kg de MS da dieta de cordeiros apresentaram CMS médio de 1000,00 g/dia.

A glicerina semi-purificada utilizada no presente estudo se apresentava adocicada, não acarretou problemas quanto ao consumo, o que promoveu o CMS semelhante ao da dieta contendo milho (tratamento controle), o que demonstra que o metanol presente na glicerina (103 ppm apresentado na Tabela 1) não foi capaz de afetar negativamente o ambiente ruminal, sem efeito nos microrganismos e nos produtos da fermentação (AGV), que poderiam reduzir o CMS via inibição do centro nervoso da fome. A semelhança entre o CFDN corrobora para a premissa de que não houve

817 comprometimento das bactérias fibrolíticas, sugerindo que o aproveitamento
818 (digestibilidade) das dietas sejam semelhantes (Tabela 5).

819 Não foi observado nenhum problema clínico digestivo e de rejeição à dieta
820 durante o experimento ou dificuldade de adaptação. Possivelmente tal situação esteja
821 relacionada ao fato de que a glicerina do presente estudo apresentava níveis de metanol
822 abaixo do recomendado pelo MAPA (2010), ou seja, inferior a 150 partes por milhão, e
823 consequentemente não provocou intoxicação pelo ácido fórmico.

824 Em contrapartida ao encontrado, Barros (2012), utilizando glicerina bruta (439 g
825 de glicerol/kg) na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper, castrados, com
826 níveis de 0; 26,5; 53,3; 80,6 e 108,4 g de glicerina/kg de MS da dieta e Lage et al. (2010)
827 avaliando diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta (362 g/kg de glicerol): 0, 30,
828 60, 90 e 120 g de glicerina/kg de MS da dieta de cordeiros não castrados da raça Santa
829 Inês em substituição ao milho, observaram que os CMS, CMO e CPB, decresceram
830 linearmente com aumento nos teores de glicerina bruta na dieta, o que pode estar
831 relacionado a qualidade da glicerina utilizada, com menor quantidade de glicerol e níveis
832 elevados de metanol, metais pesados, sódio, extrato etéreo, água, ácidos graxos e
833 sabões.

834 Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (DMS); matéria
835 orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN); fibra em
836 detergente ácido (DFDA) e carboidratos não fibrosos (DCNF) não apresentaram
837 diferença significativa entre os tratamentos, exceto o coeficiente de digestibilidade do
838 extrato etéreo (DEE) (Tabela 5).

839

Tabela 5 - Valores médios e erro padrão da média dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes em borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
DMS (0-1)	0,64	0,64	0,67	0,63	1,973	0,642
DMO (0-1)	0,67	0,66	0,69	0,66	1,877	0,562
DPB (0-1)	0,73	0,73	0,76	0,74	1,599	0,393
DFDN (0-1)	0,50	0,51	0,57	0,51	2,459	0,232
DFDA (0-1)	0,48	0,48	0,53	0,46	2,595	0,260
DEE (0-1)	0,84a	0,84a	0,83ab	0,80b	1,005	0,051
DCNF (0-1)	0,94	0,95	0,94	0,93	1,323	0,620

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$). DMS: digestibilidade de matéria seca; DMO: digestibilidade da matéria orgânica; DPB: digestibilidade de proteína bruta; DFDN: digestibilidade da fibra em detergente neutro; DFDA: digestibilidade da fibra em detergente ácido; DEE: digestibilidade do extrato etéreo e DCNF: digestibilidade de carboidratos não fibrosos.

A DFDN e DFDA foram semelhantes entre as dietas, o que corrobora para o suposto de que não houve efeitos danosos sobre o crescimento das bactérias fibrolíticas e, consequentemente, houve boa fermentação ruminal dos carboidratos não fibrosos do feno de capim Tifton (Tabela 5).

Para a DEE ter diminuído, os resultados determinam que não houve absorção do EE, havendo eliminação desta fração nas fezes, pois o consumo foi o mesmo para os tratamentos. Possivelmente a fração lipídica da glicerina semi-purificada se encontra em forma pouco absorvível.

Não houve diferença quanto às medidas de desempenho dos animais: ganho de peso total (GPT), ganho médio diário (GMD), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) (Tabela 6), o que pode ser explicado pela similaridade do aporte

energético da dieta controle (amido) às demais dietas com glicerol, resultando em desempenho semelhante.

O ganho médio diário foi de 240 g/dia, superior à média prevista no NRC (2007), 200 g/dia. Gunn et al. (2010) também obtiveram ganho médio diário de 250 g/dia utilizando diferentes níveis de glicerina semi-purificada: 0, 50, 100, 150 e 200 g de glicerina/kg de MS na dieta, sem diferença significativa entre os tratamentos.

Gomes et al. (2011) não encontraram diferenças significativas para a variável peso inicial, peso final e conversão alimentar, com conversão alimentar igual a 6,01 para os níveis de glicerina semi-purificada: 0, 150 e 300 g de glicerina/kg de MS da dieta, em substituição ao milho, pior quando comparado a este ensaio.

Tabela 6 - Valores médios e erro padrão da média das variáveis de desempenho de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
PI (kg)	22,62	22,14	22,32	21,66	1,629	0,979
PF (kg)	42,46	43,26	43,30	41,40	2,135	0,912
GPT (kg)	19,84	21,12	20,98	19,74	1,173	0,762
GMD (kg/dia)	0,24	0,25	0,25	0,23	14,061	0,774
CA	5,93	5,29	5,37	5,62	0,228	0,228
EA (0-1)	0,17	0,19	0,19	0,18	0,008	0,237

PI: peso inicial; PF: peso final; GPT: ganho de peso total; GMD: ganho médio diário; CA: conversão alimentar e EA: eficiência alimentar.

Gunn et al. (2010) observaram em borregos castrados da raça Suffolk eficiência alimentar igual a 0,16, próximo aos 0,18 do presente estudo. Possivelmente seja devido ao fato de utilizarem borregos, pois segundo Siqueira et al. (2002), a eficiência alimentar do cordeiro diminui com o avanço da idade e do peso corporal.

Segundo Pyatt et al. (2007) a inclusão de 100 g/kg de glicerina (800 g de glicerol/kg) na dieta de bovinos, promoveu melhoria de 0,11 na EA, como consequência do aumento na produção de propionato ruminal, resultando em melhor eficiência energética no metabolismo visceral do animal (NRC, 2001).

Com relação aos resultados da análise econômica pontual (Tabela 7), o custo variou entre R$ 4,35 e 4,95/kg de carcaça. O menor custo foi encontrado nos tratamentos em que os animais receberam inclusão de 120 e 240 g de glicerina/kg de MS da dieta (Tabela 7), o que se torna mais expressivo quando se considera um número maior de animais em confinamento.

Tabela 7 - Análise econômica das dietas experimentais em relação ao ganho de carcaça de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)			
	0	120	240	360
Custo da dieta (R$/kg de MS)	0,79	0,79	0,79	0,81
Custo da dieta (R$/animal/dia)	1,10	1,03	1,04	1,07
Custo total com alimentação (R$/animal/84 dias)	92,40	86,52	87,36	89,88
Ganho de carcaça (kg/animal/dia)	0,113	0,115	0,115	0,101
Custo da dieta (R$/kg de ganho de carcaça)	4,63	4,35	4,35	4,95
Margem de lucro (%)	42	45	45	38

Margem de lucro = (preço da carcaça (R$/kg) - custo da dieta (R$/kg)/preço da carcaça (R$/kg). Considerou-se o preço recebido de R$ 8,00 pelo kg da carcaça. Rendimento de carcaça fria dos tratamentos: 0: 0,47; 120: 0,46; 240: 0,46 e 360: 0,44.

Nos vários cenários da análise de sensibilidade (Tabela 8), observa-se que no cenário 1 (realidade experimental) os custos dos tratamentos 120 e 240 g de glicerina/kg de MS foram iguais ao controle e inferiores ao tratamento com 360 g de glicerina/kg de MS da dieta e que os demais cenários demonstram que os maiores valores observados

foram no tratamento com 360 g de glicerina/kg de MS da dieta. Portanto este tratamento não se mostra viável economicamente, visto que foi o maior em cada cenário testado.

Tabela 8 – Resultados da análise de sensibilidade para as dietas de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Cenários	Glicerina na ração total (g/kg MS)			
	0	120	240	360
Cenário 1 (R$/kg)	0,79	0,79	0,79	0,81
Cenário 2 (R$/kg)	0,86	0,88	0,90	0,94
Cenário 3 (R$/kg)	0,79	0,83	0,86	0,92
Cenário 4 (R$/kg)	0,79	0,80	0,81	0,85
Cenário 5 (R$/kg)	0,86	0,87	0,87	0,90
Cenário 6 (R$/kg)	0,72	0,76	0,80	0,86

Os cenários simulados consistem em:

Cenário 1: corresponde a realidade experimental, com os seguintes valores: milho moído: R$ 0,45/kg e farelo de soja: R$ 1,21/kg (referem-se a valores da média anual CEPEA/ESALQ/USP e Instituto de Economia Agrícola, respectivamente); glicerina semi-purificada: R$ 0,30/kg (valor obtido por se tratar de pesquisa, nos demais cenários foi praticado o valor comercial de R$ 0,50/kg); feno de tifton: R$ 0,95/kg, fosfato bicálcico: R$ 1,65/kg; uréia: R$ 2,10/kg (todos estes referem-se a valores da Praça de Campo Grande/MS, em janeiro de 2013). Já os demais cenários oscilam conforme os valores apresentados no cenário 1.

Cenário 2: oscilação do milho e farelo de soja, apresentando valores do milho e farelo de soja com 20% de aumento;

Cenário 3: oscilação a mais do valor da glicerina, mantendo constante os valores do milho e farelo de soja, e a glicerina com 20% de aumento no seu valor;

Cenário 4: representa a oscilação de 20% a menos do valor da glicerina, onde os valores do milho e farelo de soja são constantes;

Cenário 5: os valores do milho e farelo de soja aumentam e glicerina com 20% a menos do seu valor;

Cenário 6: os valores de milho e farelo de soja diminuem e a glicerina aumenta 20%.

CONCLUSÕES

A inclusão de até 360 g de glicerina semi-purificada/kg MS na dieta total de borregos confinados, não alterou o comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes e desempenho produtivo.

O nível de inclusão da glicerina semi-purificada, considerando-se o estudo de viabilidade econômica pontual deste ensaio, é de até 240 g de glicerina/kg de MS da dieta.

REFERÊNCIAS

ALTMANN, J., Observational study of behavior sampling methods. **Behaviour**, v.49, p.227-267, 1974.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of International**. 17th. Gaithersburg, MD, USA. 2000.1050p.

AVILA-STAGNO, J.; CHAVES, A.V.; HE, M.L. et al. Effects of increasing concentrations of glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty acid profiles, and carcass traits of lambs. **Journal of Animal Science,** v.91, p.829-837, 2012.

BARROS, M.C.C. **Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados**. 2012. 81f. Tese (Doutor em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C., et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.236-242, 2000.

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - ESALQ/USP. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br> Acesso em: 17 jan. 2014.

COSTA, L.T. **Glicerina bruta na dieta de vacas lactantes confinadas**. 2011. 64f Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga.

DONKIN, S.S.; KOSER, S.L.; WHITE, H.M. et al. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.243-251, 2008.

ELAM, N.A.; ENG., K.S.; BECHTEL, B. et al. Glycerol from Biodiesel Production: Considerations for feedlot diets**. Proceedings of the South West Nutrition Conference. Tempe, AZ**. v. 21, p.456-467, 2008.

FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes.** 1996. 243p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. **Forage fiberanalysis (apparatus, reagents, proseduresand some applications).** USDA: Agricultural Hand book No. 379, 1970. 20p.

GOMES, M.A.B; MORAES, G.V.; MATAVELI, M. et. al. Performance and carcass characteristic of lamb fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2211-2219, 2011.

GORDON, H.M.C.L.; WHITLOCK, H.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council for Scientific and Industrial Research**, v.12, p.50-52, 1939.

GUNN, P.J.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. **Journal of Animal Science**, v.88, p.1771-1776, 2010.

IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRICOLA. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php> Acesso em: 17 jan. 2014.

LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R. et al. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.1012-1020, 2010.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO [2010]. **Ministério da agricultura autoriza novo uso da glicerina**. Disponível

em:<http://www.sindiracoes.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=972 Itemid=1> Acesso em: 01 out. 2013.

MARI, G.C.; CECATO, U.; SILVA, P.A. et al. Efeito dos níveis de glicerol sobre o comportamento ingestivo de novilhos Nelore confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010]. (CD-ROM).

MARTIN, P.; BATESON, R. **Measuring Behaviour**: An Introductory Guide, 2.ed. Cambridge University Press, 1993. p.84- 100.

MENESES, M. A. **Glicerina bruta em dietas de vacas leiteiras confinadas**. 2013. 92f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal Dairy Science**., v.80, p.1463-1481, 1997

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids**. 1.ed. Washington: The National Academies Press, 2007. 384p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: Nacional Academy, 2001. 381p.

PINTO, A.C.; GUARIEIRO, L.L.N.; REZENDE, M.J.C. Biodiesel: An overview. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.16, p.1313-1330, 2005.

PYATT, N.A.; DOANE, P.H.; CECAVA, M.J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.85, p. 407- 412, 2007

SCHRODER, A.; SUDEKUM, K-H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. **10th International Rapeseed Conference,** Canberra Australia, 1999.

SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

SIQUEIRA, E.R.; ROÇA, R. Q.; FERNANDES , S. et al. Características sensoriais da carne de cordeiros das raças Hampshire Down, Santa Inês e mestiços Bergamácia x Corriedale, abatidos com quatro distintos pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.3, p.1269-1272, 2002.

TERRÉ, M.; NUDDA, A.; CASADO, P. et al. The use of glycerin in rations for light lamb during the fattening period. **Journal of Animal Feed Science and Technology**, v.164, p.262-267, 2011

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant.** 2.ed. Ithaca: Comstock Publication Association, 1994. 476p.

ZACARONI, O.F. **Resposta de vacas leiteiras a substituição de milho por glicerina bruta.** 2010**.** 43p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Características de carcaça e qualidade de carne de borregos confinados recebendo glicerina semi-purificada na dieta

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de glicerina semi-purificada na ração total, sobre características de carcaça e qualidade da carne de borregos confinados. Foram utilizados 20 borregos machos, inteiros, cruzados Dorper x Texel x Suffolk, contemporâneos, com oito meses de idade e peso médio inicial de 22,18 ±5,5 kg. Os tratamentos compreenderam dietas contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina na ração total: controle (sem glicerina); 120 g, 240 g e 360 g de glicerina/kg MS. A proporção volumoso:concentrado da dieta foi de 40:60 com base na MS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco animais por tratamento. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis: características de carcaça e qualidade de carne, exceto para perda de peso ao resfriamento, apresentando maiores perdas no tratamento com 240 g de glicerina/kg MS da dieta total. O rendimento de carcaça fria foi de 0,46 e a força de cisalhamento igual a 2,22 kgf/cm^2. Conclui-se que a glicerina semi-purificada (900 g glicerol/kg) pode ser incluída até 360 g de glicerina/kg MS da dieta, sem alterar as características de carcaça e qualidade de carne dos borregos confinados.

Palavras-chave: rendimento de carcaça, força de cisalhamento, glicerol, maciez, ovino

Carcass characteristics and meat quality of feedlot lambs receiving semi-purified glycerin in the diet

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of different levels of inclusion of semi-purified glycerine in total mixed ration on carcass characteristics and meat quality of feedlot lambs. Were used 20 males, integers, whole cross Texel x Dorper x Suffolk, lambs contemporary, with eight months of age and initial weight of 22.18 ± 5.5 kg. The treatments consisted of diets with increasing inclusion levels of glycerin in the total ration:control (no glycerin): 120 g, 240 g and 360 g glycerin/kg DM. The forage:concentrate ratio of the diet was 40:60 on a DM basis. The experimental design was completely randomized with five animals of treatment. There was no significant difference between treatments for the variables: carcass traits and meat quality, except for weight loss to cooling, with higher losses in the treatment with 240 g of glycerin/kg DM in the diet. The cold carcass yield was 0.46 and shear force equal to 2.22 kgf/cm^2. It is concluded that the semi-purified glycerin (glycerol 900 g/kg) can be included up to 360 g of glycerin/kg DM diet without altering carcass characteristics and meat quality of feedlot lambs.

Keywords: carcass yield, glycerol, shear force, sheep, softness

INTRODUÇÃO

Entre os principais coprodutos agroindustriais com potencial de uso na alimentação de ruminantes, destacam-se aqueles oriundos da produção de biodiesel. Sendo a glicerina o principal coproduto, totalizando aproximadamente 10% do volume total de biodiesel (Dasari et al., 2005). A obrigatoriedade da inclusão de 5% de biodiesel ao diesel de petróleo tem motivado, concomitantemente, a maior oferta de glicerina no mercado, a qual necessita de destino correto e economicamente viável (ANP, 2012).

Diante desta perspectiva, a glicerina tem sido apontada como uma fonte de alto potencial energético na alimentação de ruminantes, podendo substituir em parte, o milho (Dozier et al., 2008), componente energético da ração. Apesar de apresentar grande potencial de uso, falta esclarecer sobre os níveis de inclusão de glicerina e seus efeitos nas características de carcaça e qualidade da carne de ruminantes, o que tem se tornado importante para o mercado consumidor.

A avaliação quantitativa da carcaça apresenta relevância para julgar o desempenho alcançado pelo animal durante desenvolvimento (Silva & Pires, 2000) e o rendimento dos cortes da carcaça é um dos principais fatores diretamente relacionados à qualidade da carcaça (Landim et al., 2007).

Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de glicerina semi-purificada na ração total, sobre as características de carcaça e qualidade de carne de borregos confinados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), na cidade de Campo Grande/MS.

Foram utilizados 20 borregos, inteiros, cruzados Dorper, Texel e Suffolk, contemporâneos, com 8 meses de idade e peso médio inicial de 22,18 ±5,5 kg.

Os animais foram confinados por 84 dias em baias individuais de 3 m² com piso ripado, providas de comedouros individuais para alimento e suplemento mineral, e bebedouro.

Antes do início do experimento foi realizado o controle parasitário por meio de coleta de fezes para realização de exames de ovos por grama de fezes (OPG) através do método de Gordon & Whitlock (1939) e administração de anti-helmíntico. Os animais foram vacinados contra clostridiose.

Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição química das dietas

	Glicerina na ração total (g/kg MS)			
Ingredientes	0	120	240	360
Milho Moído (g/kg)	435,00	293,40	150,00	5,00
Farelo de Soja (g/kg)	138,00	161,10	185,00	210,30
Glicerina Semi-purificada (g/kg)	0,00	120,00	240,00	360,00
Fosfato Bicálcico (g/kg)	16,50	15,60	15,00	14,70
Uréia (g/kg)	10,00	10,00	10,00	10,00
Feno de Tifton(g/kg)	400,00	400,00	400,00	400,00
Nutrientes	Composição química da ração			
Matéria seca (g/kg)	915,29	915,31	911,30	913,55
Matéria orgânica (g/kg MS)	921,20	943,65	934,67	935,65
Proteína bruta (g/kg MS)	180,54	181,17	179,14	177,20
Extrato etéreo (g/kg MS)	27,78	27,11	28,64	27,88
Fibra em detergente neutro (g/kg MS)	429,99	427,73	425,65	424,16
Fibra em detergente ácido (g/kg MS)	202,27	202,12	200,89	202,19
Carboidratos não fibrosos (g/kg MS)	28,30	30,78	30,13	30,64
Energia Metabolizável (Mcal/kg MS)	1,916	1,924	2,103	2,254

Glicerol - 900g de glicerol/kg; MS - 995,20 g/kg; Energia Bruta - 3500 Kcal/kg/MS e Proteína Bruta - 1,1 g; Metanol: 103 ppm; EM = NDT x 0,82.

Os animais foram distribuídos, em blocos por pesos entre os tratamentos contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina na ração total: controle (sem glicerina); 120 g, 240 g e 360 g de glicerina/kg de MS da dieta.

Antes do encaminhamento ao frigorífico foram tomadas as medidas de comprimento corporal (CC), altura da cernelha (ACer) e da garupa (AGar), largura da garupa (LGar) e perímetro do tórax (Pertór), expressas em centímetros, em posição correta de aprumo, com uso de fita métrica (Osório et al., 1998; Santana et al., 2001). Posteriormente, foi calculado o índice de compacidade corporal (ICcor) a partir da relação entre o peso corporal ao abate/comprimento corporal.

Os animais foram submetidos a jejum de sólidos por um período de 18 horas, seguido de pesagem para obtenção do peso vivo ao abate (PA) e encaminhados ao frigorífico. O abate foi realizado no frigorífico experimental da Embrapa Gado de Corte, localizado em Campo Grande, MS. Os animais foram insensibilizados por meio de concussão cerebral, utilizando-se pistola de dardo cativo, e posterior sangria por secção das artérias carótidas e veias jugulares (Brasil, 2000).

Após os procedimentos de esfola, evisceração, retirada da cabeça e parte distal dos membros, obteve-se o peso de carcaça quente (PCQ) e, em seguida, as carcaças foram transferidas para uma câmara frigorífica a 4^{o}C, onde permaneceram por 24 horas, penduradas pelos tendões em ganchos apropriados, para manutenção das articulações tarso-metatarsianas com distância de 17 cm. Ao final desse período obteve-se o peso de carcaça fria (PCF), utilizado no cálculo do rendimento de carcaça fria (RCF= PCF/PA x 100) e perda ao resfriamento [PPR= (PCQ - PCF)/PCQ x 100].

Na carcaça fria foram determinadas as seguintes medidas biométricas: comprimento interno da carcaça, comprimento externo da carcaça, perímetro da garupa e profundidade do tórax como descrito por Osório et al. (1998). Foi calculado o índice

de compacidade da carcaça a partir da relação entre peso de carcaça fria/comprimento interno da carcaça.

Posteriormente, as carcaças foram seccionadas ao meio e na meia carcaça esquerda realizaram-se os cortes comerciais: pescoço, paleta, pernil, vazio, costela, carré e lombo, os quais foram pesados individualmente e avaliados quanto ao rendimento em relação ao peso da carcaça fria.

No músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12ª e 13ª vértebras, foi obtida a espessura de gordura subcutânea, utilizando-se um paquímetro e a determinação da porcentagem de músculo, osso e gordura da carcaça foi realizada pela separação física desses componentes na seção entre as 9ª e 11ª costelas.

Para a análise da perda de peso por cocção e força de cisalhamento foram extraídas duas amostras de 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi* (congelado a -20°C), perpendicularmente ao sentido das fibras musculares. As amostras permaneceram *over night* na geladeira (2 a 5°C) para descongelar, em seguida foram pesadas e colocadas no forno a 300°C até atingir 71°C de temperatura interna no centro da amostra, utilizando termômetro termopar da marca Hanna. Posteriormente, realizou-se a pesagem para determinação da perda de peso por cocção. Quando a temperatura da amostra atingiu 28°C foram realizados cortes em cilindros no sentido da fibra muscular, para determinação da força de cisalhamento com o texturômetro (*TA.XTPlus - Texture Analyser com probe Warner-Bratzler Blade, software Texture Expert Exponent – Stable Micro Systems, Ltd in Godalming Surrey UK. SMS*).

Para realização da análise sensorial, foram extraídas três amostras de 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi* (congelado a -20°C), perpendicularmente ao sentido das fibras musculares, o qual foi descongelado sob refrigeração de 4°C, durante 24 horas e posteriormente assado a 160°C até atingir temperatura interna de 71°C,

verificado com termômetro termopar da marca Hanna. As amostras da carne assada foram cortadas em cubos de 1,27 cm e servidas à temperatura de 60°C aos julgadores.

Antes do início das avaliações, os julgadores passaram por um treinamento, com testes de reconhecimento de odor e gostos básicos para familiarização dos candidatos à técnica sensorial. Após foram selecionados 7 julgadores com maior acuidade sensorial. As avaliações ocorreram no Laboratório de Qualidade de Carne da EMBRAPA Gado de Corte. Cada julgador teve acesso a uma cabine com bolacha de água e sal, água e café para neutralização do sabor e odor. As amostras foram servidas individualmente de forma aleatória em recipientes de vidro identificados com um código, após realizar a degustação os avaliadores julgavam as amostras quanto ao sabor desagradável, odor desagradável, suculência e maciez (AMSA, 1995). Utilizou-se, no teste descritivo, escala hedônica de 4 pontos. Os 4 pontos da escala consistiram em: 1 – pouco suave; 2 - suave; 3 - forte ; 4 – muito forte, foram atribuídos estes valores numéricos de 1 a 4 referentes as variáveis analisadas para realização das análises estatísticas.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento, e analisados segundo o modelo estatístico: Yijk = m+ Ai + eij, onde: Yij = é a observação j, referente à glicerina i; m = é a constante geral; Ai = é o efeito do nível de inclusão da glicerina i, i= 1, 2, 3 e 4; eijk = erro aleatório associado a cada observação Yijk.

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e as médias comparadas por meio do teste Tukey, em nível de 0,05 de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença nas variáveis: peso ao abate (PA); peso de carcaça fria (PCF); rendimento de carcaça fria (RCF); peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento

de carcaça quente (RCQ), entre os tratamentos (Tabela 2). Também Gomes et al. (2011) não encontraram diferença significativa no peso de carcaça fria e peso de carcaça quente com médias de 15,91 kg e 16,02 kg, respectivamente inferiores ao presente estudo, devido ao peso de abate inferior dos animais (34 a 36 kg) quando comparados ao adotado no presente estudo (42,6 kg). A semelhança entre o peso de abate dos animais contribuiu para semelhança entre PCQ, PCF, RCQ e RCF devido à estreita ligação entre as variáveis.

Souza (2012) avaliou glicerina bruta na dieta de cordeiros e relatou médias de rendimento de carcaça quente e rendimento de carcaça fria iguais a 0,48 e 0,47, respectivamente, semelhantes ao do presente estudo.

Tabela 2 - Valores médios e erro padrão da média das variáveis de rendimento de carcaça e proporção de músculo, gordura e osso de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
PA (kg)	41,48	44,24	42,97	41,73	1,213	0,381
PCQ (kg)	20,16	21,34	20,19	19,41	0,841	0,463
RCQ (0-1)	0,48	0,48	0,47	0,46	2,662	0,951
PCF (kg)	19,67	20,77	19,42	18,76	0,784	0,362
RCF (0-1)	0,47	0,46	0,46	0,44	2,542	0,918
PPR (g/kg)	0,023b	0,026ab	0,038[a]	0,033ab	0,361	0,035
P_{GORD} (0-1)	0,23	0,21	0,23	0,22	1,982	0,274
P_{MUSC} (0-1)	0,56	0,57	0,53	0,56	0,980	0,159
P_{OSSO} (0-1)	0,21	0,22	0,24	0,22	0,981	0,341

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). PA: Peso ao Abate; PCF: Peso Carcaça Fria; RCF: Rendimento de Carcaça Fria; PCQ: Peso de Carcaça Quente; RCQ: Rendimento de Carcaça Quente; PPR: Perda de peso ao Resfriamento, P_{MUSC}: proporção de músculo; $P_{GORD.}$ proporção de gordura e P_{OSSO} :proporção de osso.

Segundo Silva & Pires (2000) as proporções de músculo, gordura e osso podem ser influenciadas pelo sexo, idade, raça, peso e nutrição, entretanto, neste ensaio as dietas não influenciaram estas proporções de tecidos (Tabela 2), possivelmente devido à similaridade da composição nutricional (Tabela 1). A ação do glicerol, inibindo a atividade das enzimas fosfoenolpiruvato carboxiquinase e glutamato desidrogenase, pode resultar em economia dos aminoácidos gliconeogênicos, favorecendo a deposição de proteína corporal, no entanto os níveis de glicerina utilizado no presente estudo não foram suficientes para ocasionar diferença nas proporções de tecidos entre os tratamentos (Strada, 2013).

Em ordem de prioridade, os tecidos que se acumulam, de acordo com a maturidade fisiológica, são o ósseo, o muscular e o adiposo. Os resultados de pesquisas (Silva & Pires, 2000; Santos et al., 2001; Rosa et al., 2002) têm mostrado desenvolvimento precoce do tecido ósseo, tardio do tecido adiposo e intermediário do tecido muscular. No presente ensaio pode-se observar proporção de gordura igual a 0,22, muito superior ao encontrado por Cunha et al. (2007) utilizando cordeiros da raça Santa Inês, com média de 0,07, o que pode estar relacionado ao abate com peso superior (42,6 kg *vs* 32,2 kg) denotando maior maturidade fisiológica, e também a maior aptidão genética dos animais (Texel x Dorper x Suffolk *vs* Santa Inês), para a produção de carne.

A variável perda de peso ao resfriamento apresentou diferença significativa entre os tratamentos com maior perda de peso ao resfriamento observada no tratamento com 240 g de glicerina/kg de MS da dieta, o que pode estar relacionado à espessura de gordura subcutânea (Tabela 4), pois embora estatisticamente não houvesse diferença, os animais deste tratamento apresentaram menor espessura de gordura, o que pode ter ocasionado maior perda de peso ao resfriamento, já que esta diferença de gordura

encontrada entre os tratamentos é relevante, por se tratar de carne ovina. Segundo Andrade et al. (2009) a espessura de gordura subcutânea tem como objetivo prevenir a redução na perda de peso e encurtamento das fibras musculares durante o processo de resfriamento das carcaças.

As medidas internas de carcaça não diferiram entre os tratamentos (Tabela 3), o que pode estar relacionado à homogeneidade dos animais e ao peso de abate semelhante dos animais experimentais.

O valor médio de comprimento interno da carcaça (63,25 cm) está próximo aos 60,9 cm observados por Bueno et al. (2000) para cordeiros Suffolk abatidos com 40 kg após confinamento. Esta semelhança pode estar relacionada aos valores próximos dos pesos de abate dos animais nos dois estudos, no entanto são superiores aos 57,12 e 47,83 cm observados por Siqueira e Fernandes (2000) e Moreno et al. (2010) em cordeiros da raça Ille de France e cruzados Ille de France x Corriedale, respectivamente.

Tabela 3 - Valores médios e erro padrão da média das medidas internas de carcaça de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
CInt (cm)	66,00	61,75	61,50	63,75	3,306	0,775
CExt (cm)	31,83	30,00	30,83	30,50	0,739	0,247
PGar (cm)	78,00	73,75	75,00	73,00	2,237	0,523
PTór (cm)	37,00	36,00	35,16	33,50	0,947	0,227
ICCar (kg/cm)	0,34	0,31	0,31	0,34	0,017	0,507

CInt: comprimento interno, CExt: comprimento externo, PGar: perímetro da garupa, PTór: profundidade de tórax e ICCar: índice de compacidade corporal da carcaça.

Karvatte Junior et al. (2012) ao avaliar níveis de 0, 80, 160, 240 e 320 g de glicerina bruta/kg de MS da dieta concluíram que dieta com até 320 g de glicerina

bruta/kg de MS da dieta de ovinos Santa Inês não apresentaram diferenças nas medidas da carcaça que comprometessem a qualidade da carne.

A espessura de gordura subcutânea não diferiu significativamente entre os tratamentos (Tabela 4). A média das espessuras é de 1,22 mm no presente estudo, dado que se assemelha a 1,24 mm encontrado por Gomes et. al. (2011) em ovinos confinados consumindo dietas com inclusão de glicerina. Os valores de espessura de gordura subcutânea estão dentro dos valores recomendados por Andrade et al. (2009), de 1 a 3 mm. prevenindo a redução na perda de peso e encurtamento das fibras musculares durante o processo de resfriamento das carcaças.

A maciez é uma característica determinante da qualidade da carne e provavelmente uma das mais importantes características organolépticas observadas pelo consumidor. Há uma aparente mudança na comunidade científica e na indústria de carne, onde se tem buscado encontrar produtos padronizados e com garantia de maciez, uma vez que estas características correspondem exatamente ao que os consumidores desejam no produto carne (Koohmaraie et al., 1995).

A força de cisalhamento (Tabela 4) tem sido usada como forma de avaliação da maciez da carne, a qual não variou entre os tratamentos. Dessa maneira, as carnes dos animais neste ensaio se apresentam muito macias (2,22 kgf/cm^2) quando comparadas aos 5,15 kgf/cm^2 obtido por Gomes et al. (2011) avaliando níveis de 0, 150 e 300 g de glicerina semi-purificada/kg de MS da dieta de cordeiros confinados da raça Santa Inês, e aos 4,44 kgf/cm^2, obtido por Lage et al. (2009) utilizando cordeiros, não castrados, da raça Santa Inês, com níveis de 0, 30, 60, 90 e 120 g de glicerina bruta/kg de MS da dieta.

Tabela 4. Valores médios e erro padrão da média das características qualitativas da carne de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
FC (kgf/cm^2)	2,01	2,08	1,93	2,88	0,382	0,306
AOL (cm^2)	14,23	17,14	13,07	12,90	1,852	0,370
EGS (mm)	1,40	1,33	0,95	1,22	0,359	0,795
PPC (g/kg)	0,36	0,35	0,35	0,36	0,676	0,841

FC: Força de Cisalhamento; EGS: Espessura de Gordura Subcutânea; PPC: Perda de Peso por Cocção

Já a perda de peso por cocção (Tabela 4) não foi diferente entre os tratamentos, com média de 0,35 g/kg, concordando com a média obtida por Gomes et al. (2011) de 0,40 g/kg de perdas e distantes dos encontrados por Neres et al. (2001) com ovinos em pastagem natural, que apresentaram perda por cocção da carne de 0,17 g/kg. A tendência de maior perda de peso por cocção está relacionada com a menor quantidade de gordura intramuscular na carne, característico do confinamento.

A mensuração da área de olho de lombo (AOL) é uma maneira confiável para predizer o crescimento muscular, possuindo alta correlação com o peso de abate dos animais (Sainz, 1996). No presente trabalho, não foi verificada influência dos níveis de glicerina semi-purificada utilizada sobre AOL dos animais, este fato pode ser explicado à semelhança no peso final dos animais (Tabela 4). Resultados semelhantes foram verificados por Gomes (2009) e Barros (2012) que trabalharam com níveis crescentes de glicerina, com média de 15,48 cm^2 e 14,94 cm^2 de AOL, respectivamente.

No rúmen, o glicerol pode seguir duas rotas metabólicas: absorção direta pelo epitélio da parede ruminal (Rémond et al., 1993) ou transformação em ácidos graxos voláteis (AGV) pelas bactérias ruminais, principalmente em ácido propiônico. Após

chegar ao fígado, através da corrente sanguínea, tanto o glicerol como o propionato são transformados em glicose por gliconeogênese. Por isso, maior aporte de glicose decorrente do consumo de glicerol poderia resultar em melhoria do aporte energético dos animais que pode economizar no uso dos aminoácidos gliconeogênicos, podendo proporcionar aumento de proteína e gordura na carcaça, dependendo da maturidade fisiológica (Czerkawski & Breckenridge, 1972). Considerando as características AOL, EGS e proporções de músculo e gordura (Tabela 2) fica evidente que o glicerol e o amido, fontes energéticas das diferentes dietas experimentais tiveram ação semelhante no metabolismo dos animais, devido à semelhança entre as variáveis.

O uso de glicerina semi-purificada não influenciou o rendimento dos cortes comerciais (Tabela 5), que foi semelhante ao apresentado por Lage et al. (2009) avaliando diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta (362 g/kg de glicerol): 0, 30, 60, 90 e 120 g de glicerina/kg de MS na dieta de cordeiros não castrados da raça Santa Inês em substituição ao milho, com valores médios de rendimento iguais a pescoço (0,10), paleta (0,19) e pernil (0,30).

Tabela 5 - Valores médios e erro padrão da média do rendimento dos cortes comerciais de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
Pernil (0-1)	0,31	0,32	0,31	0,30	1,025	0,612
Costela (0-1)	0,11	0,12	0,12	0,11	0,660	0,603
Paleta (0-1)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,698	0,916
Carré (0-1)	0,14	0,13	0,13	0,13	0,649	0,744
Lombo (0-1)	0,09	0,09	0,09	0,10	0,504	0,498
Pescoço (0-1)	0,11	0,09	0,10	0,11	0,889	0,662
Vazio (0-1)	0,06	0,07	0,06	0,06	0,757	0,876

O rendimento de cortes comerciais de uma carcaça indica a distribuição dos tecidos que a compõem em diferentes regiões anatômicas. Assim, a glicerina semi-purificada, incluída até o nível de 360 g de glicerina/kg de MS da dieta dos borregos em terminação não promoveu distribuição desigual dos tecidos componentes da carcaça em diferentes regiões, visto que o rendimento de cortes foi semelhante entre os tratamentos (Tabela 5).

As variáveis analisadas no painel sensorial (Tabela 6) não foram influenciadas pelos diferentes níveis de glicerina, concluindo que a inclusão da glicerina semi-purificada não influenciou nestas variáveis.

Segundo Moro et al. (2012) o uso da glicerina bruta (0, 100, 200 e 300 g de glicerina/kg MS do suplemento) não prejudicou as principais características sensoriais (cor, maciez e suculência), podendo então ser utilizada na alimentação dos cordeiros lactentes em comedouro privativo sem que a carne dos mesmos seja desqualificada pelos consumidores, corroborando com este estudo.

Tabela 6- Valores médios e erro padrão da média das variáveis do painel sensorial das carnes de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
Sabor desagradável	2,49	2,42	2,70	2,36	0,094	0,129
Odor desagradável	2,56	2,48	2,60	2,23	0,164	0,419
Suculência	1,50	1,64	1,80	1,52	0,162	0,557
Maciez	1,69	1,50	1,58	1,52	0,108	0,602

CONCLUSÕES

A glicerina semi-purificada (900 g glicerol/kg) pode ser incluída até 360 g de glicerina/kg MS da dieta, sem alterar as características de carcaça e qualidade de carne dos borregos confinados.

REFERÊNCIAS

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of freshmeat**. 1.ed. Chicago, 1995. p.47.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUTÍVEIS. **Biodiesel – Introdução**, 2012 Disponível em: < www.anp.gov.br> Acesso em 14 fev. 2014.

ANDRADE**,** M.B.; MACEDO, F.A.F.; JOBIM, C.C. et al. Características da carcaça e da carne de cordeiros terminados com dietas contendo diferentes proporções de silagem de grão de milho. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v.31, p.183-189, 2009.

BARROS, M.C.C. **Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados**. 2012. 81f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

BRASIL. Instrução normativa SDA nº 3, de 17 de janeiro de 2000, aprova os Regulamentos Técnicos de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue.

BUENO, M.S., CUNHA, E.A., SANTOS, L.E. et al. Característica de carcaça de cordeiros suffolk abatidos em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p.1803-1810, 2000.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; NETO, S.G. et al. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1112-1120, 2007.

CZERKAWSKI, J.W.; BRECKENRIDGE, G. Fermentation of various glycolytic intermediates and other compounds by rumen micro-organisms, with particularl reference to methane production. **Britânica Journal of Nutrition**, v. 27, p. 131-146, 1972.

DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, v.281, p.225-231, 2005.

DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, v. 87, p. 317-322, 2008.

GOMES, M.A.B. **Parâmetros produtivos e reprodutivos de ovinos suplementados com glicerina da produção de biodiesel**. 2009. 60 f. Tese (Mestrado em Zootecnia); Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

GOMES, M.A.B; MORAES, G.V.; MATAVELI, M. et al. Performance and carcass characteristic of lamb fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2211-2219, 2011.

GORDON, H.M.C.L.; WHITLOCK, H.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council for Scientific and Industrial Research**, v.12, p.50-52, 1939.

KARVATTE JUNIOR, N.; COSTA, P.B.; VILELA, C.G. et al. Avaliação de medidas de carcaça de cordeiros alimentados com níveis de inclusão de glicerina bruta na dieta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, XXII, Cuiabá. **Anais...** [2012] (CD-ROM).

KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T. L. et al. A muscle hypertrophy condition in lamb (callipyge): characterization of effects on muscle growth and meat quality traits. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3596–3607, 1995.

LANDIM, A.V.; PASCOA, L.; McMANUS, C. et al. Utilização da ultrassonografia em cordeiros provenientes das raças Santa Inês, Bergamácia, Texel e seus cruzamentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2007]. (CD-ROM).

LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R. et al. Glicerina bruta na alimentação de cordeiros em confinamento e seus efeitos sobre o peso e rendimento de cortes comerciais da carcaça. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19., 2009, **Anais...** Águas de Lindóia: Congresso Brasileiro de Zootenia, [2009]. (CD-ROM).

MORENO, G.M.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; LEÃO, A.G. et al. Características morfológicas "*in vivo*" e da carcaça de cordeiros terminados em confinamento e suas correlações. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p. 888-902, 2010.

MORO, A. B..; PELLEGRIN, A.C.R.S.; PIRES, C.C. et al. 2012. XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA Análise sensorial da carne de cordeiros lactentes terminados a pasto e suplementados com níveis de glicerina bruta[1]

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids.** 1.ed. Washington: The National Academies Press, 2007, 384p.

NERES, M.A.; MONTEIRO, A.L.G.; GARCIA, C.A. et al. Forma física da ração e pesos de abate nas características de carcaça de cordeiros em *creep feeding*. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.30, p.948-954, 2001.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; JARDIM, P.O.C. et al. **Métodos para avaliação da produção de carne ovina " *in vivo*", na carcaça e na carne.** 1.ed. Pelotas: Editora e gráfica Universitária da UFPEL, 1998. 107p.

RÉMOND, B.; SOUDAYA, E.; JOUANYB. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. **Anim. Feed Sci. Technol**, v. 41, p.121-132, 1993.

ROSA, G.T.; PIRES, C.C.; SILVA, J.H.S. et al. Crescimento de osso, músculo e gordura dos cortes da carcaça de cordeiros e cordeiras em diferentes métodos de alimentação**. Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2283-2289, 2002.

SAINZ, R.D. Qualidade de carcaças e de carnes de ovinos e caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33.. 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.3-14.

SANTANA, A.F.de.; COSTA, G.B.; FONSECA, L.S. Correlação entre peso e medidas corporais em ovinos Jovens da Raça Santa Inês. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.1, p.74-77, 2001.

SANTOS, C.L.; PÉREZ, J.R.O.; MINIZ, J.A. et al. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular, e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.487-492, 2001.

SILVA, L.F.; PIRES, C.C. Avaliações quantitativas e predição das proporções de osso músculo e gordura da carcaça de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1253-1260, 2000.

SIQUEIRA, E.R.; FERNANDES, S. Efeito do genótipo sobre as medidas objetivas e subjetivas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 29, p.306-311, 2000.

SOUZA, L.L. **Glicerina bruta em dietas para cordeiros Santa Inês e ½ Dorper x Sant Inês.** 2012. 65f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

STRADA, E.S.O. **Glicerina de baixa pureza em suplementos para bovinos não castrados terminados em pastagens**. 2013. 132p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.